

# إدارة النشاط الإنتاجي والعمليات

## مدخل التحليل الكمي



الجامعة العراقية - بغداد - ٢٠٠٨

دكتور

محمد محمد الخولاني







# إدارة النشاط الإنتاجي والعمليات

## مدخل التحليل الكمي

مكتوب

محمد محمد محمد الخولاني

الطبعة الأولى

2014م

الناشر

دار الوفاء للنشر والطباعة والتوزيع

تليفاكس ٥٢٧٤٤٣٨ - الإسكندرية



بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ إِن كُلُّ مَنْ فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ إِلَّا آتِي الرَّحْمَنِ عَبْدًا .....  
\* لَقَدْ أَحْصَاهُمْ وَعَدَّهُمْ عَدًّا . ﴾

صدق الله العظيم

- سورة مريم الآية (٩٣-٩٤)





## المحتويات

الموضوع	الصفحة
<b>الفصل الأول : مفهوم وظيفة إدارة النشاط الإنتاجى والعمليات ..</b>	١١
★ التطور التاريخى لإدارة النشاط الإنتاجى والعمليات ..	١٣
★ الوظائف الرئيسية فى منظمات الأعمال .....	١٥
★ مفهوم إدارة الإنتاج والعمليات .....	٢٠
★ مدير الإنتاج والعمليات الإدارية .....	٢١
<b>الفصل الثانى : الجوانب التنظيمية لإدارة الإنتاج</b>	٢٣
★ تقديم .....	٢٥
★ الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات .....	٢٦
★ تحديد أهداف إدارة الإنتاج والعمليات .....	٢٦
★ المراحل الرئيسية لوضع الهيكل التنظيمى .....	٢٨
★ أسس التنظيم الداخلى لإدارة الإنتاج والعمليات ..	٣٣
<b>الفصل الثالث : الإنتاجية .....</b>	٣٩
★ مقدمة .....	٤١
★ تعريف الإنتاجية وأهميتها .....	٤١
★ أسباب انخفاض الإنتاجية ومداخل تحسينها...	٤٣
★ أسباب نجاح بعض المنظمات العالمية .....	٤٥
★ العوامل المحددة للإنتاجية .....	٤٧
★ قياس الإنتاجية .....	٤٨
<b>الفصل الرابع : مداخل دراسة النشاط الإنتاجى .....</b>	٦١
★ الأهداف الرئيسية لمدخل التحليل الكمى .....	٦٤
★ العوامل المؤثرة فى التحليل الكمى .....	٦٤

٦٥	★ نماذج التحليل المختلفة .....
٦٧	★ مزايا وعيوب التحليل الكمي .....
٦٩	★ نموذج تحليل التعادل .....
٧٥	<b>الفصل الخامس : اختيار الموقع</b> .....
٧٩	★ عوامل اختيار الموقع .....
٨٤	★ العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل ....
٨٩	★ تقييم العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل
٩٥	★ اختيار الموقع باستخدام نموذج التعادل .....
٩٨	★ اختيار الموقع (٢) تعدد المواقع .....
٩٩	★ أمثلة محلولة . .....
١١١	<b>الفصل السادس : تصميم الخط الإنتاجي من خلال أمثلة محلولة</b>
١١٤	★ بناء خط الإنتاج ....
١١٥	★ معايير بناء خط الإنتاج .....
١١٧	★ معيار وقت الإنجاز .....
١١٨	★ معيار عدد الأنشطة السابقة .....
١١٩	★ معيار عدد الأنشطة التالية .....
١٢١	★ معيار الوزن المركزي .....
١٣١	<b>الفصل السابع : التنبؤ</b> .....
١٣٣	★ الاعتبارات اللازمة للتنبؤ .....
١٣٥	★ طرق التنبؤ .....
١٤٩	★ بعض طرق التنبؤ الإحصائية .....
١٧٣	<b>الفصل الثامن : جدولة العمليات</b> .....
١٧٥	★ مقدمة .....
١٧٦	★ التعريف بجدولة العمليات .....

١٧٩	★ أهمية جدولة العمليات .....
١٨٠	★ أهداف جدولة العمليات .....
١٨٢	★ العوامل المؤثرة على الجدولة .....
١٨٤	★ نظام الجدولة .....
١٩٢	★ الجدولة فى حالة خط الإنتاج .....
٢١٠	★ الجدولة فى حالة الوحدة الإنتاجية .....
٢٥٧	★ التتابع فى حالة الوحدة الإنتاجية .....
٢٨٣	<b>الفصل التاسع: إدارة الجودة</b> .....
٢٨٥	➤ مقدمة .....
٢٨٩	➤ مفهوم الجودة .....
٢٩١	➤ مدخل إدارة الجودة الشاملة .....
٢٩٧	➤ علاقة إدارة الجودة الشاملة بمعايير إدارة الجودة .....
٣٠٥	<b>المراجع العربية</b> .....
٣٠٧	<b>المراجع الأجنبية</b> .....





فى ظل المتغيرات العالمية المتلاحقة ونحن نعيش عصر الثورة الرابعة ثورة المعرفة وتواجه فى نفس الوقت متغيرات عاصفة من أخطرها اتفاقية التجارة العالمية (WOT) والعوامة والتكتلات الاقتصادية المختلفة ولم يعد أماننا من سبيل إلا أدراك واستيعاب التعامل مع معطيات هذا العصر ومتغيراته، ولم يعد أمام المنتجات المصرية من مفر إلا أن يخلق لنفسها موقعا مناسباً على خريطة العالم الاقتصادية .

ولما كانت وظيفة الإنتاج والعمليات من أكثر وظائف المنظمة قدرة على تحقيق هذه الأهداف لمنظمتنا سواء الصناعية منها أو الخدمية، حيث أنها الوظيفة المنوط لها إنتاج السلع والخدمات التى أنشئت المنظمة أساساً لتتديهما، لذلك كان الاهتمام لمقرارات إدارة النشاط الإنتاجى والعمليات ضرورة حتمية لخلق الوعى والثقافة لدى المهتمين بهذا المجال من طلبة أو ممارسين بما يمكنهم من ممارسة أو فردهم الكفاءة والفعالية المتوقعة .

ويتعامل هذا الكتاب مع إدارة النشاط الإنتاجى العمليات باعتبارها وظيفة متكاملة تنطوى على ممارسة المدير للوظائف الإدارية من تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة فى مجال إنتاج السلع المادية الملموسة أو تقديم الخدمات الغير ملموسة .

وقد تم عرض موضوعات الكتاب بطريقة تهدف إلى نقل المفاهيم الرئيسية للنشاط الإنتاجى للقارئ بأسلوب مبسط وعولجت معظم موضوعاته باستخدام النماذج الكمية (الرياضة) بعد تبسيطها لتتفق مع القدرات العلمية للقارئ العادى، كما روى استبعاد الموضوعات الجدلية والتى تحتاج إلى خلفية رياضية متقدمة .

ويود المؤلف أن يعبر عن امتنانه لكل من سبقوه فى الكتابة فى هذا الميدان وقد تم الإشارة إليهم فى نهاية الكتاب .

والله ولى التوفيق ،،

المؤلف



## الفصل الأول

### مفهوم وظيفة إدارة النشاط الإنتاجى والعمليات

- ◀ **أولا :** التطور التاريخى لإدارة الإنتاج والعمليات .
- ◀ **ثانيا :** الوظائف الرئيسية فى منظمات الأعمال .
- ◀ **ثالثا :** مفهوم إدارة الإنتاج والعمليات .
- ◀ **رابعا :** مدير الإنتاج والعملية الإدارية .





## الفصل الأول

### مفهوم وظيفة النشاط الإنتاجى والعمليات

حيث أن الكتاب يهدف إلى تقديم إطار عام لإدارة وظيفة الإنتاج والعمليات فى منظمات الأعمال. فإن هذا الفصل يمهّد الطريق أمام الموضوعات الفنية المتخصصة التى سنتناولها بالشرح والتحليل فى هذا الكتاب، ويبدأ هذا الفصل باستعراض سريع لمراحل تطور الفكر الإدارى لوظيفة الإنتاج، ثم التعريف بطبيعة ونطاق إدارة الإنتاج والعمليات كأحدى الوظائف الرئيسية الهامة للمنظمة.

#### أولاً : التطور التاريخى لإدارة الإنتاج والعمليات :

عرفت وظيفة الإنتاج منذ بدأ الإنسان العمل وتنظيم جهوده من أجل سد احتياجاته من غذاء إلى ملابس، فكذات كل أسرة تنتج احتياجاتها وتفزل ملبسها، وعندما زاد ما تنتجه الأسرة عن احتياجاتها باعت الفائض فى السوق مقابل سلع أخرى (المقايضة)، وللاستفادة من هذا الوضع ظهرت فئة من الوسطاء والسامرة لمساعدة الأسرة فى هذه العمليات فكانوا يجمعون المادة الخام (القطن) لتسليمها للأسر لتصنيعها فى منازلهم وكذلك مساعدتهم فى بيع الفائض عن احتياجاتهم، ولكن يعد ذلك ظهرت فكرة تجميع العاملين كلهم فى موقع واحد بدلاً من توزيعهم على المنازل، ومن هنا ظهرت فكرة "المصنع".

وتعتبر الآثار التاريخية الموجودة الآن خير مثال على ممارسة الحضارات القديمة لهذه الوظيفة فالفرعنة - قدماء المصريين - على سبيل المثال تشير آثارهم ونقوشهم إلى أنهم استخدموا العديد من أساليب الإدارة الحديثة فى إدارة الكثير من أعمالهم، فبناء الأهرامات يعد بدون شك أحد المشروعات الضخمة التى لا بد وأن تنفذها قد نمت إدارته على أسس علمية سليمة بدءاً من

التصميم تخطيط العمل، توفير الاحتياجات، نقل ومناولة المواد، والمتابعة ، ومراقبة المخزون، ومراقبة الجودة ... الخ .

وفي القرن الثامن عشر ظهر كتاب "ثروة الأمم" The wealth Nations الذى قدم فيه الاقتصادي آدم سميث أول مبادئ تقسيم العمل لرفع كفاءة الأداء وكان ذلك هو الأساس الذى بنيت عليه فيما بعد دراسة الوقت وتبسيط العمل .

وفي القرن التاسع عشر استكمل تشارلز بابيج فى كتابه "اقتصاديات الإنتاج واستخدام الآلات" ما بدأه آدم سميث مثل دراسة الوقت والتخصيص وتقسيم العمل وتخفيض التكاليف وربط الأجر بالمهارات اللازمة لأداء المهمة أو العمل .

وجاء فردريك تيلور فى أوائل القرن العشرين بدراساته وأبحاثه الخاصة برفع مستوى أداء العامل من خلال دراسة الوقت والحركة Time & Motion study للعمليات التى تؤدى فى المصنع معتمدا على أساليب الملاحظة والتجريب وتسجيل النتائج وتحليلها فسميت بحركة الإدارة العلمية نظرا لأن استخدام هذه الأساليب كان يقتصر من قبل على العلوم الطبيعية فقط، ونشرت نتائج دراسته وتوصياته فى كتاب "مبادئ الإدارة العلمية"

principles of scientific management .

وعاصر تيلور عدد من المفكرين الإداريين أمثال هنرى فورد (تدفق العمل فى الإنتاج الكبير وخطوط التجميع) وفرانك جليبرت (دراسة الحركة)، وهنرى جاننت (نظم جدولة الإنتاج واستخدام الخرائط)، وألتون مايو (اثر العوامل النفسية والاجتماعية على بيئة العمل) .. وكثيرون غيرهم من رواد الفكر الإدارى.

وكان يطلق على الإدارة القائمة على وظيفة الإنتاج "إدارة التصنيع أو "الإدارة الصناعية" أو "إدارة المصانع" وكان الاهتمام الأساسى منصبا على زيادة الإنتاجية.

وفى الخمسينات ساعد مفهوم النظم فى تطوير الرؤية للمنظمة كنظام كلى يتكون من مجموعة من النظم الفرعية إلى جانب اعتباره فى حد ذاته نظاما

فرعيا لنظام أكبر، وساهمت بحوث العمليات فى حل الكثير من مشاكل الإنتاج بتقديم العديد من النماذج الرياضية التى يمكن استخدامها فى عمليات الجدولة والمخزون واختيار الموقع وتخصيص الموارد وكان لاتساع دائرة استخدامات الحاسب الآلى أكبر الأثر فى زيادة استخدام هذه النماذج بسهولة ويسر .

وفى أواخر الخمسينيات ظهر مفهوم "إدارة الإنتاج ليصبح مجال الاهتمام هو ممارسة الوظيفة وليست الأساليب الفنية للتصنيع ، ونتيجة لذلك تم تعميم استخدام هذه المفاهيم فى العديد من المنظمات غير الصناعية (بالمفهوم التقليدي) كالمنظمات التجارية والبتروولية.

وشهدت نهاية الستينيات ازدهارا أكبر فى مجال "إدارة الإنتاج" التى كان يوحى مسماها باقتصار مجال تطبيقها على المنتجات المادية الملموسة ، ولتوسيع هذا المجال أضيف قطاع الخدمات إلى المجالات التى تستخدم فيها مفاهيم وظيفة الإنتاج وأصبح المسمى أكثر شمولاً ليكون "إدارة العمليات" أو "إدارة الإنتاج والعمليات" وليغطى فى نفس الوقت المنظمات الإنتاجية والخدمية الهادفة وغير الهادفة للربح .

## **ثانياً : الوظائف الرئيسية فى منظمات الأعمال :**

يوجد لكل منظمة للأعمال ثلاثة وظائف أساسية هى العمليات operations التمويل Finance والتسويق Marketing وبالإضافة إلى هذه الوظائف الرئيسية توجد مجموعة أخرى من الوظائف المعاونة مثل الأفراد، الحسابات، الشؤون الهندسية .. وهكذا .

ومن الواضح أن وجود هذه الوظائف بالمنظمة أو عدم وجودها، وكذلك مدى الاهتمام الموجه لكل منها يعتمد بدرجة كبيرة على نوعية الأعمال التى تقوم بها المنظمة، وعلى ذلك فإنه فى المنشآت غير الصناعية قد لا تجد إدارة هندسية، على الرغم من أن وجودها يعتبر ضرورة فى المنشآت الصناعية .



شكل رقم (١)

## الوظائف الرئيسية بالمنظمة

### ١- وظيفة العمليات operations

تنطوى هذه الوظيفة على جميع الأنشطة المرتبطة بشكل مباشرة بإنتاج السلع أو تقديم الخدمات التي تتعامل فيها المنظمة، ولا يمكننا القول بأن وظيفة الإنتاج والعمليات تمارس فقط في عمليات التصنيع والتجميع المتعلقة بالمنتجات المادية الملموسة، ولكن كما سبق أن ذكرنا فإنها تمارس أيضا في المنظمات ذات الطبيعة الخدمية مثل مؤسسات الرعاية الصحية ومنشآت النقل وتجارة التجزئة .. وما شابه ذلك .

وتعتبر وظيفة العمليات هي بمثابة حجر الأساس لمعظم منظمات الأعمال، لأنها الوظيفة المسؤولة عن خلق سلع وخدمات المنظمة، حيث يتم الحصول على المدخلات اللازمة من العمل والمواد والطاقة، وعبر الوقت (الزمن) تستخدم للحصول على المنتجات التامة واحدة أو أكثر من عمليات التحويل (مثل التخزين والنقل والتقطيع..). بما يضيف قيمة إلى العناصر الأولية المستخدمة ومن أجل ضمان الحصول على المخرجات المطلوبة، تتم أثناء عملية التحويل وفي نقاط متعددة عمليات قياس يتم إرسال نتائج تجميعها كمعلومات مرتدة مرة أخرى مع مدخلات النظام بعد مقارنتها بالمستويات النمطية السابق وضعها لتحديد ما إذا كانت هناك حاجة لاتخاذ أى أجزاء تصحيحى .

## ٢- وظيفة التمويل finance

تنطوى وظيفة التمويل على الأنشطة المتعلقة بضمان توافر الموارد النقدية اللازمة للمنظمة بأسعار معقولة وكيفية، تخصيص هذه الموارد على أجزاء المنظمة ككل، ويمكن إيجاز أهم هذه الأنشطة فيما يلي :

### ١- إعداد الموازنات :

يتم إعداد الموازنات بشكل دورى من أجل تخطيط الاحتياجات المالية، مع ضرورة متابعة الموقف لإجراء التعديلات اللازمة على الموازنات، مع تقييم الأداء الفعلى بالمقارنة بالموازنة السابق إعدادها .

### ٢- التحليل والتقييم الاقتصادى لمقترحات الاستثمار :

تتطلب عملية تقييم فرص الاستثمار البديلة فى المصنع والمعدات ضرورة التعاون بين أفراد إدارة العمليات وإدارة التمويل.

### ٣- توفير الأموال اللازمة :

وتتعلق بتوافر التمويل الضرورى للعمليات من حيث كمية الأموال المتاحة وتوقيتات توافرها، حيث أن عنصر التوقيت يكون عاملا حرجا للغاية عندما تكون الأموال المتاحة للتصرف محدودة، ويمكن أن يساهم التخطيط الجيد للأموال فى تجنب مشاكل التدفق النقدى .

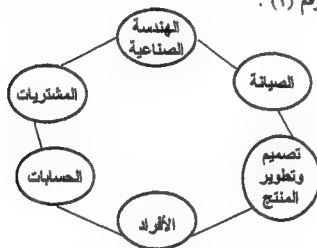
## (٣) وظيفة التسويق Marketing

يتركز الاهتمام الأساسى لوظيفة التسويق على بيع منتجات المنظمة أو خدماتها، وتتضمن الأنشطة الأساسية للتسويق بالإضافة إلى البيع عمليات الإعلان والترويج، وبصفة عامة تطوير السوق والحفاظ عليه، كذلك توطيد العلاقات مع العملاء بالإضافة إلى التنبؤ بالمبيعات، ونظرا لوجود اتصال مباشر بين أفراد التسويق والعملاء، فإن إدارة التسويق تعتبر مصدرا ثميننا للمعلومات المتعلقة بتطوير المنتج أو الخدمة القائمة أو تطوير منتجات أو خدمات جديدة، وفى مقابل ذلك يحتاج أفراد التسويق إلى معلومات من إدارة العمليات تتعلق

بفترة السبق Lead times اللازمة لانتهاء من تصنيع المنتج أو إعداد الخدمة حتى يمكن مد العملاء بتقديرات دقيقة عن المدة اللازمة لانتهاء من تجهيز أوامرهم .

#### (٤) وظائف أخرى :

بالإضافة إلى الوظائف الرئيسية الثلاثة بالمنظمة توجد مجموعة أخرى من الوظائف المعاونة التي تتكامل وظائفها مع الوظائف الرئيسية الثلاثة ومنها المشتريات والحسابات والأفراد. يضاف إلى ما سبق ووفقا لطبيعة المنظمة قد نجد وظائف أخرى لتصميم وتطوير المنتج والهندسة الصناعية، والصيانة. كما يظهر من شكل رقم (٧) .



شكل (٧)

تفاعل وظيفة العمليات مع العديد مع الوظائف المعاونة

#### الحسابات Accounting

وتعد هذه الوظيفة مسؤولة عن إعداد القوائم المالية بما فيها قائمة الدخل والميزانية، وتتولى كذلك توفير بيانات التكلفة عن العمالة والمواد والمصروفات الإضافية، وقد تقدم كذلك تقاريرها عن بعض الجزئيات مثل نسبة الفاقد، أوقات التوقف، والأعطال، وبيانات المخزون، وتتابع هذه الوظيفة

موقف المبالغ والمحصلة وتكاليف التأمين وتقوم بإعداد قوائم الضرائب الخاصة بالمنشأة .

### **المشتريات Purchasing**

وهي مسئولة توفير المواد والمهمات والمعدات اللازمة ، ويعتبر الاتصال المباشر وثيق الصلة بإدارة العمليات أمراً ضروريا لضمان تحديد وتوفير الكميات المطلوب شراؤها بدقة وفي التوقيتات المناسبة ، كذلك تعتمد المنظمة على إدارة المشتريات في تقييم الموردين من حيث الجودة ، الاعتمادية ، الخدمة ، والسعر ، والقدرة على التكيف مع تغيرات الطلب ، وتتضمن عملية الشراء أيضا شحن واستلام وفحص المواد .

### **الأفراد Personnel**

وتهتم هذه الوظيفة بتوفير الكفاءات وتدريب الأفراد ، وعلاقات العمل ، والتفاوض مع النقابات ، وإدارة الأجور والمرتبات ، والمساعدات في إعداد تقديرات الاحتياجات من القوى البشرية مع الحفاظ على صحة العاملين وسلامتهم .

### **تصميم وتطوير المنتج Product design /development**

وتلعب هذه الوظيفة دورا هاما في بعض المنشآت ، وقد تتضمن الأنشطة الرئيسية بحوث وتطوير المنتجات أو الخدمات الجديدة ، بالإضافة إلى العمل على تطوير وتحسين المنتجات أو الخدمات الحالية ، ويتطلب هذا ضرورة وجود قنوات اتصال مستمرة بين مراحل التصميم والإنتاج يتم عبرها تبادل المعلومات الخاصة بالإمكانات والقدرات الحالية والمستقبلية للمنشأة .

### **الهندسة الصناعية industrial Engineer**

وغالبا ما توجد هذه الوظيفة في المنشآت الصناعية الكبيرة الحجم ، وتهتم أساسا بعمليات الجدولة وتحديد المستويات النظمية للأداء وتصميم طرق العمل ، بالإضافة إلى مراقبة الجودة ومناولة المواد .

وهى مسئولية عن عمليات الصيانة الدورية بالإضافة إلى الإصلاحات المطلوبة، وتدفئة المصنع أو تبريده، إلى جانب نقل المخلفات والنفايات الضارة والتخلص منها وقد يضاف إليها الأمن الصناعى .

### **ثالثا : مفهوم إدارة الإنتاج والعمليات :**

اختلف الكتاب فى نظرتهم إلى إدارة الإنتاج والعمليات ، فالبعض يراها- كما سبق وأن ذكرنا - أنها الإدارة المسؤولة عن إنتاج السلع والخدمات التى تتعامل فيها المنظمة بالكميات المطلوبة وبالجودة المناسبة وفى الوقت المحدد وبالتكلفة المعقولة .

ويراها البعض الآخر من خلال مفهوم النظم (الذى سنتعرض له فى الفصل القادم) أنها ذلك النشاط الوظيفى المختص بالعمليات التحويلية المختلفة المطلوب القيام بها لتحويل عناصر الإنتاج أو مدخلات النظام (مواد، آلات، عمالة، أرض ورأسمال)، إلى مخرجات ذات قيمة أكبر واستخدام أفضل من عناصر المدخلات .

وبالمعنى الآخر ينظر لإدارة الإنتاج والعمليات على أنها مجموعة الوظائف الإدارية من تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة وتنمية كفاءات والتى تمارس من أجل إجراء عمليات التحويل اللازمة على عناصر الإنتاج المختلفة للحصول على المخرجات المطلوبة، إلا أن التعريف الأكثر شمولاً والذى يقوم بناء الهيكل الأساسى لموضوعات هذا الكتاب فهو النظر إلى إدارة الإنتاج والعمليات على أنها مجموعة الوظائف الإدارية المتعلقة بتصميم وتشغيل نظم الإنتاج المختلفة، وينطوى ذلك على عمليات تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة العمليات المستخدمة فى خلق السلع والخدمات المطلوبة بالكميات والمواصفات المطلوبة وفى التوقيت المحدد وبأقل تكلفة ممكنة .



وبلاحظ أن المادة العلمية المعروضة فى هذا الكتاب تتبع هذا المنهج الأخير حيث أن الموضوعات بصفة عامة تم تقسيمها إلى جزئين، ويتناول الجزء الأول منها عمليات تصميم الإنتاجى ويتعرض الجزء الثانى لتنفيذ النظام الإنتاجى وتشغيله ومراقبته .

#### رابعاً : مدير الإنتاج والعمليات الإدارية :

يعتبر مدير الإنتاج والعمليات هو الشخصية الرئيسية فى النظام الإنتاجى، فعليه تقع المسئولية النهائية عن خلق السلع والخدمات .

وقد نتخيل أن نوعيات الأعمال التى يهتم بها مدير الإنتاج تختلف بشكل واضح من منظمة إلى : أخرى لاختلاف المنتجات أو الخدمات التى تتعامل فيها المنظمات المختلفة، أى أننا نجد أن العمليات المصرفية تتطلب نوعية مختلفة من الخبرة عن تلك التى تتطلبها صناعة كالحديد والصلب مثلاً، ومع هذا فإننا نجد أن أعمال المدير واحدة فى الحالتين وهى بالضرورة أعمال إدارية ويمكن تكرار نفس القول فى شأن طبيعة عمل أى مدير إنتاج - عمليات بمحض النظر عن أنواع السلع والخدمات المقدمة (فى جميع الحالات يقوم مدير العمليات بالتنسيق بين استخدامات المورد من خلال عملية الإدارة التى تتضمن التخطيط والتنظيم وتكوين الكفاءات، والتوجيه والرقابة .

ويتضمن التخطيط **planning** تحديد الإطار العام للأعمال المستقبلية وتبدأ عملية التخطيط بتقدير وتحديد الهدف المطلوب ويلي ذلك تصميم طرق وأساليب تحقيق هذا الهدف .

أما التنظيم **Organizing** فيشير إلى الهيكل الإدارى للمنظمة، ويتضمن وضع أجزاء النظام معاً جانباً إلى جنب بالشكل الذى يضمن تحقيق النتائج المطلوبة، ويتطلب هنا اتخاذ قرارات تتعلق بمن؟ وماذا؟ وأين؟ ومتى؟ المتعلقة بالأعمال .

ويشمل تكوين الكفاءات Staffing اختيار وتدريب الأفراد الذين سيقومون بتشغيل النظام، ويشير التوجيه Directing إلى إصدار الأوامر أو التعليمات، وتقديم المقترحات أو دفع الرؤوسين لأداء مهامهم بالكفاءة المطلوبة وفي الوقت المحدد وتتضمن الرقابة Controlling قياس نتائج العمليات وتحديد ما كانت مقبولة واتخاذ أو تحديد الإجراء التصحيحي المطلوب إذا كانت هناك حاجة لذلك .

ويوضح الجدول التالي أمثلة لبعض أنشطة مديري العمليات وفقا لهذه التصنيفات .

### جدول رقم (١)

#### أمثلة لبعض القرارات الإدارية لمدير الإنتاج والعمليات

التخطيط	التنظيم	التوجيه	تكوين الكفاءات
- الطاقة .	- حرجة المركبة	- خطط الحوافز	- استخدام الوقت
- الموقع .	- الصنع أو الشراء	- إصدار أوامر	- الإضافي .
- المنتجات والخدمات .	- التعاقد من الباطن	- العمل .	- التجهيزات
- التصميم الداخلي .		- توزيع الأعمال	- والاستقنات .
- المشروعات .			
- الجدولة .			

## الفصل الثاني

### الجوانب التنظيمية لإدارة الإنتاج

- ◀ **أولا :** تقديم .
- ◀ **ثانيا :** الهيكل التنظيمي لإدارة الإنتاج والعمليات .
- ◀ **ثالثا :** تحديد أهداف إدارة الإنتاج والعمليات .
- ◀ **رابعا :** المراحل الرئيسية لوضع الهيكل التنظيمي .
- ◀ **خامسا :** أسس التنظيم الداخلي لإدارة الإنتاج والعمليات .



## الفصل الثانى

### الجوانب التنظيمية لإدارة الإنتاج

#### أولا : تقديم :

سبق أن ذكرنا أن إدارة الإنتاج والعمليات تهدف إلى إنتاج سلعة أو تقديم خدمة بكمية معينة وجودة محددة فى زمن مخطط وبأقل تكلفة ممكنة ، وهى فى سبيلها لتحقيق ذلك لابد وأن تمارس مجموعة من الأنشطة تحتاج فى تنفيذها إلى مجموعة من الأعمال يقوم بها عدد من العاملين الذين يختص كل منهم بمجموعة من الأعمال ، وذلك بتعاون مع باقى الوظائف الأخرى من أجل تحقيق الهدف العام ، ويعتبر هذا باختصار هو الإطار العام لتنظيم إدارة الإنتاج والعمليات .

ولكن قد يكون من الضروري - قبل تناول كيفية إعداد الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج بالتفصيل - أن نشير إلى أننا لن نتناول مبادئ التنظيم بالتفصيل حيث أنه قد سبق تناولها فى مقرر السنة الأولى "مبادئ الإدارة" كذلك لا يوجد شكل تنظيمى أمثل يصلح لجميع المنظمات باختلاف أحجامها أو طبيعة نشاطاتها ، أى بعبارة أخرى لا يوجد تنظيم أمثل لكل المنظمات أو حتى لمنظمة محددة باختلاف الأوقات ، ولكن كل منظمة لها ظروفها وإمكانياتها وطبيعة عملها وحجمها وأهدافها الخاصة بها ، والتي قد تتفاوت من وقت إلى آخر .

وبالتالى فإن الهيكل التنظيمى ليس هدفا فى حد ذاته وإنما هو وسيلة أو أداة أو إطار يتم من خلاله تحقيق الأهداف الخاصة بالإدارة وعلى ذلك فإن رفع كفاءة الإدارة فى مجال الإنتاج والعمليات يتطلب ضرورة الاهتمام لوضع الهيكل التنظيمى الداخلى الخاص بالإدارة وأهمية تحديد موقع على الهيكل التنظيمى العام ككل وكذلك علاقته بباقى الإدارات الأخرى بالمنظمة .

وبصفة عامة فإن التنظيم الكف هو ذلك الذى يحدد بشكل واضح ودقيق طبيعة العمل والعلاقات الوظيفية والسلطات والمسئوليات ولكن إلى جانب ذلك يتمتع بدرجة من المرونة وليس الجمود حتى يسمح بالتجاوب مع أى تغيرات تحدث سواء خارج المنظمة أو داخلها .  
ونعرض فيما يلى مراحل إعداد التنظيم الإدارى لإدارة الإنتاج والعمليات .

### **ثانيا : الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات :**

من الإطار العام السابق توضيحه لخطوات ومراحل وضع التنظيم الخاص بإدارة الإنتاج والعمليات وجدنا أن كل المراحل تنهى على أساس وجود هدف أو مجموعة محددة وواضحة من الأهداف الخاصة بالإدارة، وفى هذا الصدد نود أن نشير إلى أن بعضا من الكتاب فى مجال الإدارة يعتبرون أن وضع الأهداف وتحديدتها هى أولى خطوات وضع الهيكل التنظيمى، أى أنها بعبارة أخرى تدخل ضمن مراحل وخطوات وضع الهيكل التنظيمى، وإلى جانب هؤلاء بعض آخر من الكتاب الذين يرون أن وضع الأهداف وتحديدتها هى مرحلة مستقلة قائمة بذاتها وتتم خارج نطاق مراحل إعداد الهيكل التنظيمى، وهذا هو الرأى الذى نثبته فى هذا المجال .

### **ثالثا : تحديد أهداف إدارة الإنتاج والعمليات :**

حيث أن إدارة الإنتاج والعمليات هى المحور الأساسى الذى تدور حوله أنشطة المنظمة كلها وعملياتها فإن أهداف هذه الإدارة لابد وأن تنبثق من الأهداف العامة للمنظمة ككل، هذا من ناحية طبيعة النشاط، أما من ناحية منهج النظم فإننا قد عرفنا إدارة الإنتاج والعمليات على أنها ما هى إلا نظام فرعى من ضمن مجموعة من النظم الفرعية الأخرى المكونة للمنظمة ككل (تسويق، تمويل... ) وعلى ذلك فإن أنشطة هذه النظم الفرعية وعلاقاتها وتفاعلاتها لابد وأن تتم من أجل تحقيق الهدف العام للنظام الكلى، أى أن

الأهداف الفرعية لكل نظام فرعى منها لابد وأن تنبع من الأهداف العامة للمنظمة ككل .

### الأهداف العامة للمنظمة :

وفيما يلي بعضاً من الأهداف العامة التي قد تسعى المنظمة إلى تحقيق واحد أو أكثر منها :

➤ تحقيق أقصى مستوى ممكن من الأرباح على أن يكون ذلك محدداً بشكل رقمي .

➤ زيادة الحصة السوقية للمنظمة من السوق الكلي .

➤ الإنتاج بمستوى معين من الجودة المرتفعة نسبياً .

➤ رفع مستوى الكفاءة عن طريق تحقيق خطة الإنتاج بأقل تكلفة ممكنة .

➤ تحمل قدر أكبر من المسؤولية الاجتماعية لتحقيق أهداف المجتمع وتنمية .

➤ البقاء والاستمرار بل والتوسع في مجالات النشاط المختلفة .

➤ مسيرة التطورات التكنولوجية الحديثة في مجال الإنتاج .

إلى غير ذلك من الأهداف العامة للمنظمة ككل والتي يمكن أن تشتق منها أهداف إدارة الإنتاج والعمليات التي قد تتمثل في واحد أو أكثر من هذه الأهداف .

### أهداف إدارة الإنتاج والعمليات :

➤ زيادة الكفاءة الإنتاجية سواء على مستوى إدارة الإنتاج والعمليات أو المساهمة في رفعها على مستوى المنظمة ككل، وتتمثل الكفاءة الإنتاجية الجزئية لإدارة الإنتاج في إنتاجية الآلات والمعدات وإنتاجية العمالة الفنية بالإدارة وكذلك إنتاجية المواد المستخدمة، بينما تعبر الكفاءة الكلية للمنظمة في كفاءة الاستخدام الأمثل لعوامل الإنتاج جميعها لتحقيق المخرجات المطلوبة .

- ◀ الإنتاج بأقل تكلفة ممكنة، على ألا يكون ذلك على حساب مستوى الجودة وذلك حتى يمكن تحديد سعر مناسب لبيع المنتج أو الخدمة .
- ◀ تحسين خصائص ومواصفات المنتجات أو الخدمات المقدمة.
- ◀ تطوير طرق وأساليب الإنتاج لتتواءم مع التطورات الحديثة .
- ◀ إضافة خط أو خطوط إنتاجية جديدة لإنتاج منتجات جديدة.
- ◀ تحقيق أهداف الخطة العامة للمنظمة ككل من خلال الوصول برقم الإنتاج إلى مستوى معين مع عدم الإخلال بالمواصفات ومستوى التكلفة السابق تحديدهم، وبعد تحديدها للأهداف لإدارة الإنتاج والعمليات يمكن البدء في إعداد الهيكل التنظيمي للإدارة.

### **ربعا : المراحل الرئيسية لوضع الهيكل التنظيمي :**

تتمثل لمراحل الرئيسية لوضع الهيكل لإدارة الإنتاج وعمليات في الخطوات التالية :

- ١- تحديد الأنشطة الضرورية لتحقيق الأهداف .
  - ٢- تحديد الأعمال والمهام اللازمة للقيام بأوجه النشاط.
  - ٣- تحديد الوظائف اللازمة وأعداد الأفراد اللازمين لأداء كل عمل .
  - ٤- تجميع الوظائف المتشابهة أو المتكاملة في مجموعات.
  - ٥- تحديد اختصاصات الوظائف وعلاقاتها.
- وفيما يلي شرح لكل خطوة من هذه الخطوات :
- ١- تحديد الأنشطة اللازمة لتحقيق الأهداف:
- يتم تحديد الأنشطة التي لا بد وأن تؤدي في إدارة الإنتاج والعمليات بناء على أهداف هذه الإدارة والسابق تحديدها، وعادة ما تتمثل الأنشطة الخاصة بإدارة الإنتاج والعمليات في بعض أو كل الأنشطة التالية:
- أ - تصميم المنتج وإعداد الرسومات لهندسية والمواصفات الفنية اللازمة لتنفيذ هذا التصميم ومراحل الإنتاج وعملياته.



ب- تخطيط الإنتاج، ويقصد به هنا تحديد الكميات المطلوب إنتاجها من كل منتج خلال فترة زمنية محددة للخط، ويشمل تخطيط الإنتاج كذلك تحديد مستلزمات الإنتاج المطلوبة لتحقيق مستويات الإنتاج السابق تحديدها، سواء كانت عماله أو مواد أو آلات أو فترة زمنية .

ج- عمليات التشغيل والإنتاج الفعلى، وهى عبارة عن النشاط الرئيسى لإدارة الإنتاج والعمليات والذى يتمثل فى عملية الإنتاج الفعلى أو تنفيذ خطة الإنتاج السابق وضعها.

د - مراقبة الإنتاج ويقصد بها مراقبة تنفيذ الخطة الإنتاجية التفصيلية ومعالجة أسباب الانحراف عنها، وكذلك مراقبة وضبط الجودة بها تتطلبه من فحص وتفتيش وخلافه للتأكد من سلامة وجودة المنتج.

هـ- البحث والتطوير ويتعلق هذا النشاط بعده جوانب منها ما يتعلق بالمنتجات ومنها ما يتعلق بطرق وأساليب العمل والإنتاج ومنها ما يتعلق بالمواد المستخدمة ومنها ما يتعلق بأداء العاملين، أى أن هذا النشاط باختصار يتعلق بكافة عناصر الإنتاج الرئيسية .

و - الخدمات الإنتاجية المعاونة، وهى عبارة عن الأنشطة المعاونة التى تسهل القيام بعمليات الإنتاج الفعلى مثل إدارة المواد والمخازن والصيانة والنقل الداخلى .

٢- تحديد المهام والأعمال اللازمة للقيام بأوجه النشاط :

ويقصد بذلك تحديد الأعمال اللازمة لأداء كل من الأنشطة السابق تحديدها ويشارك فى هذه الخطوة مجموعة من الخبراء والمتخصصين فى هذه الأنشطة فلو أخذنا على سبيل المثال أحد الأنشطة وليكن نشاط تصميم المنتج، فإن الأعمال التى ينطوى عليها تنفيذ هذا النشاط هى :

➤ إجراء الدراسات والبحوث اللازمة للمقارنة بين السلع المنتجة بالمنظمة والسلع المنافسة ومواصفاتها .

- ◀ تصميم المنتج الذى استقر عليه الرأى بعد المقارنات السابقة .
  - ◀ إعداد الرسومات الهندسية الخاصة بهذا التصميم .
  - ◀ تحديد المراحل والعمليات الإنتاجية اللازمة لتصنيع المنتج أو تنفيذ التصميم المقترح .
  - ◀ تحديد المواد اللازمة لهذا المنتج ككميات وكمواصفات .
- نشاط آخر وليكن تخطيط الإنتاج فإن الأعمال اللازمة للقيام بهذا النشاط تتضمن ما يلى :

- ◀ تقدير الطلب المتوقع على المنتج أو المنتجات، فى خلال فترة زمنية محددة
- ◀ تحديد الحجم الاقتصادى للكميات المنتجة و لكميات المواد المشتراة.
- ◀ تحديد جدول زمنى تفصيلى لكل منتج على أساس أسبوعى أو يومى .
- ◀ تحديد الكميات والنوعيات المطلوبة من مستلزمات الإنتاج ممثلة فى عدد ساعات تشغيل للآلات وللعمال بنوعياتها المختلفة، وأيضا تحديد كميات ونوعيات المواد اللازمة وذلك على أساس زمنى قصير (أسبوعيا أو يوميا) وهكذا الأمر بالنسبة لتحديد الأعمال المطلوب القيام بها لتنفيذ كل من الأنشطة الأخرى السابق تحديدها .

## ٢- تحديدها الوظائف وأعداد الأفراد اللازمين :

وفى هذه المرحلة يتم تجميع الأعمال المتشابهة فى مجموعات، على أن تحدد أو تنشأ وظيفة معينة للقيام بمجموعة أو نوعية محددة من هذه الأعمال، أى أن تتم تجزئتها إلى أعمال صغيرة يخصص لكل منها وظيفة مستقلة على حدة أو يتم دمجها معا وتخصيصها لوظيفة محددة.

ويلاحظ أن نوعيات الوظائف التى يتم تحديدها تتوقف على طبيعة الأعمال التى يتم أداؤها، ويلاحظ أيضا أن كل نوعية من الوظائف تتطلب مهارات محددة مطلوبة للقيام بمهام هذه الوظيفة .

ويعد تحديد التوعيات المختلفة من الوظائف اللازمة (بعد تجزئة الأعمال أو تجميعها) يتم تقدير عدد الأفراد اللازمين للقيام بكل وظيفة من هذه الوظائف ويتم تقدير عدد الأفراد اللازمين باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{عدد الأفراد اللازمين} = \frac{\text{الوقت الإجمالي اللازم لأداء العمل}}{\text{ساعات العمل اليومي} / \text{للمعلم}}$$

فلو علمنا مثلاً من تقديرنا لعدد الساعات الكلية اللازمة لأداء عمل معين وليكن مثلاً عمليات الصيانة هو ٨٤ ساعة عمل يوميا، وكان عدد ساعات العمل اليومي لعامل الصيانة هو ٧ ساعات فإن .

$$\text{عدد عمال الصيانة اللازمين} = \frac{٨٤ \text{ ساعة}}{٧ \text{ ساعات}} = ١٢ \text{ عامل}$$

ولابد وأن نضيف هنا أن عدد الأفراد اللازمين أو عدد الوظائف اللازمة من نوعية محددة يتوقف على موقع أداء العمل، أى أنه إذا كانت أعمال الصيانة تتم جميعها فى موقع واحد (قسم إنتاجى واحد) فإنه يمكننا استخدام هذه المعادلة بدرجة أكبر من الثقة عما لو كانت أعمال الصيانة اللازمة (٨٤ ساعة يوميا) تتم فى أكثر من موقع وبالتالي لابد وأن يتم التخطيط منفصلاً لكل موقع مما يعنى زيادة عدد الأفراد اللازمين للقيام بأعمال الصيانة عن ناتج هذه المعادلة (وهو ١٢ عامل) .

#### ٤- تجميع الوظائف فى وحدات تنظيمية :

وفى هذه المرحلة من مراحل إعداد الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات تجمع الوظائف المتشابهة فى مجموعات يشرف على كل منها رئيس يتولى توزيع العمل والإشراف على أدائه .

ويحدد العدد الملائم من الأفراد أو الوظائف التى يشرف عليها رئيس واحد على طبيعة العمل وظروف ومستوى الأفراد القائمين به، كما أن هذا العدد يتعلق بالمبدأ التنظيمى الذى يطلق عليه نطاق الإشراف، ويقصد بنطاق الإشراف عدد المرؤوسين الذين يمكن لرئيس واحد أن يشرف عليهم بكفاءة وفعالية، وقد

قبل بصفة عامة بأن هذا العدد يتدرج من ٦ إلى ١٠ أفراد وفقاً لمستوى الإشراف نفسه، إلا أننا نؤكد مرة أخرى أنه لا يمكن وضع قاعدة عامة لتحديد نسبة ثابتة للعلاقة بين عدد المرؤوسين والرؤساء .

وبشكل عام فإن تجميع الوظائف في مجموعات يتم على مستويين، مستوى المجموعات الرئيسية ومستوى المجموعات الرئيسية بالإدارة وتعتبر هذه المجموعات من مستوى تنظيمي معين، فإذا اعتبرنا أن التخطيط الإنتاج ومراقبته هو نشاط رئيسي يتم تخصيص مجموعة رئيسة للقيام به، فإن هذا المستوى التنظيمي (إدارة - قسم ..) يتم تخزينه إلى عدد من المجموعات الثانوية، ما هي وحدات تنظيمية (فرعية) ذات مستوى أقل، فمثلاً يشمل قسم تخطيط ومراقبة الإنتاج على وحدات تنظيمية فرعية ذات مستوى تنظيمي أقل هي :

١- وحدة تخطيط الإنتاج .

٢- وحدة مراقبة الإنتاج .

٣- وحدة ضبط جودة المواد والمنتجات ..

وتتوقف عمليات التجميع والتقسيم السابق الإشارة إليها على الأسس الذي يتم بناء عليه تقسيم العمل أو بناء الهيكل التنظيمي بصفة عامة كما سيتضح فيما بعد .

#### ٥- تحديد اختصاصات الوظائف وعلاقاتها :

وفى هذه المرحلة يتم تصوير الهيكل التنظيمي لإدارة الإنتاج والعمليات فى شكل خريطة تنظيمية، وتوضح هذه الخريطة التنظيمية مسميات الوحدات التنظيمية الرئيسية بإدارة الإنتاج والوحدات الفرعية التابعة لكل منها .

إلا أنه إلى جانب ذلك فلا بد من عمل توصيف لكل وظيفة يتضمن محتويات الوظيفة أو الأعمال المطلوب أدائها وسلطات ومسئوليات شغلها والقدرات المطلوب توافرها فيمن يشغلها بالإضافة إلى علاقاتها بباقي الوظائف

الأخرى، ويتم تجميع هذه التوصيفات فى شكل دليل تنظيمى تستخدم إلى جانب الخريطة التنظيمية لإدارة والعمليات فى استكمال صورة التنظيم الإدارى للإدارة .

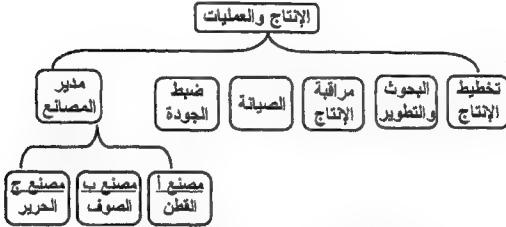
### **خامسا : أسس التنظيم الداخلى لإدارة الإنتاج والعمليات :**

سبق وأن ذكرنا أن الهيكل التنظيمى يوضح الأجزاء التنظيمية التى تتكون منها إدارة والعمليات، والتى قد يتم إنشاؤها وفقا لأنواع المنتجات أو وفقا لمواقع المصانع التابعة للمنظمة، أو وفقا لأنشطة إدارة الإنتاج، أو وفقا لمراحل الإنتاج الأساسية وعملياته، وفيما يلى استعراض سريع لأهم هذه الأسس التى يتم تصميم الهيكل التنظيمى وفقا لها :

١- التصميم وفقا للأنشطة الرئيسية بالإدارة :

تناولنا فيما سبق مراحل إعداد الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات والتى اعتمدت أساسا على تحديد الأنشطة الأساسية ثم تجميع الوظائف المسؤولة عن أعمال كل نشاط فى وحدة تنظيمية، أى أن الأساس فى التجميع كان هو الأنشطة بما يعنى أن كل نشاط أساسى يتم إنشاء وحدة تنظيمية مستقلة خاصة به، فإذا كان المستوى التنظيمى لإدارة والعمليات هو مستوى "إدارة عامة" فإن المستوى الأول داخل هذه الإدارة الإنتاج والعمليات هو مستوى "إدارة عامة" فإن المستوى الأول داخل هذه الإدارة سيعبر عن الأنشطة الأساسية فى شكل إدارات، مثلا إدارة لتخطيطي الإنتاج وأخرى للبحوث والتطوير وثالثة لمراقبة الإنتاج ورابعة للصيانة (إذا كانت تحتل أهمية كبرى كنشاط أساسى) ويمكن كذلك تخصيص إدارة لضبط / مراقبة الجودة وإدارة أخرى للإشراف على المصانع التى تقوم بعمليات الإنتاج الفعلى .

وتوضح الخريطة التنظيمية التالية كيفية التصميم وفقا للأنشطة الأساسية :



التنظيم الداخلي لإدارة وفقا للأنشطة الرئيسية

## ٢- تصميم الهيكل التنظيمي وفقا للمنتج:

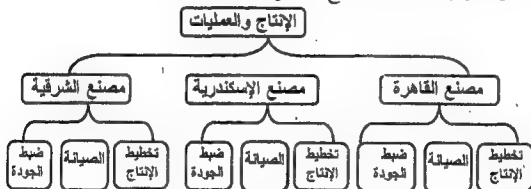
إذا زاد عدد المنتجات التي تتعامل فيها المنظمة والتي تتولى إدارة الإنتاج والعمليات مسئولية إنتاجها مما يزيد من عبء العمل على مديري الأنشطة الرئيسية الذين يتولون المهام المختلفة لكل المنتجات في هذه الحالة لكي نرفع من مستوى الأداء الوظيفي الخاص بكل منتج مثل تخطيط الإنتاج ومراقبة جودته فيما يتعلق بكل منتج، فإن التصميم هنا يعتمد على تخصيص إدارة مستقلة لكل منتج أو مجموعة من المنتجات المتكاملة أو المتجانسة، ويتم عن داخل كل من هذه الإدارات ممارسة كل أو غالبية الأنشطة الرئيسية لإدارة الإنتاج من تخطيط إنتاج وضبط جودة وصيانة و .. الخ ويوضح الشكل التالي الخريطة التنظيمية للإدارة في حالة تصميم الهيكل التنظيمي وفقا للمنتج .



التنظيم الداخلى لإدارة الإنتاج وفقا للمنتج

### ٣- تصميم الهيكل التنظيمى وفقا لموقع المصنع :

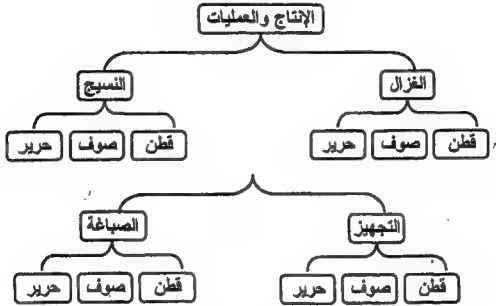
وفى هذه الحالة التى تنتشر فيها أعمال المنظمة ومصانعها على نطاق جغرافى واسع ، فإن هذا الانتشار قد يؤدى إلى تعطيل الكثير من أعمال المصانع الموجودة فى جهات نائية أو بعيدة عن المركز عن المركز الرئيسى الذى توجد به الإدارات المركزية المشرفة من تخطيط وخلافه بحيث يضيع جهد ووقت كبيرين فى الاتصالات والمكاتبات ، وعلى ذلك فإنه قد يتم الفصل بين هذه المصانع فى إدارات مستقلة ، على أن يمارس كل منها نفس الأنشطة الرئيسية السابق توضيحها وقد يتم إلى جانب ذلك الاحتفاظ بنشاط رئيسى واحد أو أكثر على مستوى مركزى للتنسيق ويتضح هذا فى الشكل التالى .



التنظيم الداخلى لإدارة الإنتاج وفقا لموقع المصنع

#### ٤- تصميم الهيكل التنظيمي على أساس مراحل الإنتاج :

فى مصنع الغزل والنسيج السابق الإشارة إليه كمثال تتكون مراحل الإنتاج الرئيسية من مرحلة الغزل (أى تحويل القطن أو الصوف أو الحرير الخام إلى خيوط) ومرحلة النسيج (أى تحويل الخيوط إلى نسيج) ثم مرحلة التجهيز وأخيرا مرحلة الصباغة، وفى هذه الحالة قد يبيع المصنع جزءا من إنتاجه كمزمل ثم يستخدم الباقى لتحويله إلى نسيج، وكذلك الأمر بالنسبة للنسيج أو للصباغة أى أن كل مرحلة من مراحل الإنتاج يمكن أن تكون مستقلة فى إدارة خاصة بها تتعامل مع كافة أنواع المنتجات من خلال أداء الأنشطة المختلفة لإدارة الإنتاج كما يظهر فى الشكل التالى .



تصميم الهيكل التنظيمي على أساس مراحل الإنتاج



تعتبر الأسس السابق استعراضها لتصميم الهيكل التنظيمى لإدارة الإنتاج والعمليات من أهم الأساس المستخدمة، ولكن ما نريد أن نؤكد فيه هذا المجال هو أن بناء الهيكل التنظيمى لا يقوم على استخدام واحد فقط من هذه الأسس ولكن غالبا ما يستخدم أكثر من أساس واحد فى بناء الهيكل التنظيمى، فبالنظر إلى أى من الخرائط التنظيمية فى الواقع العملى نجد هذا واضحا حيث أننا فى أبسط الحالات قد نجد أن كل مستوى تنظيمى يتبع فى تقسيم وحداته التنظيمية أساس معين قد يختلف من مستوى إلى آخر، بل أكثر من هذا قد نجد أنه قد تم استخدام أكثر من أساس واحد فى تقسيم وحداته التنظيمية أساسا معيناً قد يختلف من مستوى إلى آخر، بل أكثر من هذا قد نجد أنه قد تم استخدام أكثر من أساس واحد فى تقسيم الوحدات التنظيمية للمستوى الواحد، ويتوقف استخدام أى من هذه المناهج على ظروف لمنظمة المختلفة والتي سبقت الإشارة إليها من قبل .



## الفصل الثالث

### الإنتاجية

- ◀ مقدمة .
- ◀ تعريف الإنتاجية وأهميتها .
- ◀ أسباب انخفاض الإنتاجية ومداخل تحسينها .
- ◀ أسباب نجاح بعض المنظمات العالمية .
- ◀ العوامل المحددة للإنتاجية .
- ◀ قياس الإنتاجية .



## الفصل الثالث

### الإنتاجية

#### أولاً : مقدمة :

يختلط الأمر على الكثيرين في استخدام مصطلحي الإنتاج والإنتاجية، ولكن الفارق بينهما كبير، فالإنتاج هو ما يتعلق بالعملية التحويلية للمدخلات إلى مخرجات والتي تشمل الأنشطة الخاصة بإنتاج السلع والخدمات .. أما الإنتاجية فهي عبارة عن مقياس لمدى كفاءة استخدام الموارد المتاحة (عناصر المدخلات المختلفة) في إنتاج السلع والخدمات (المخرجات) .

أما من ناحية القياس الكمي فإن الإنتاج قد يتم التعبير عنه بكمية المخرجات التي تم إنتاجها (أو قيمة هذه المخرجات)، في حين أن الإنتاجية يتم قياسها كنسبة بين المخرجات التي تم إنتاجها إلى المدخلات المستخدمة في إنتاج هذه المخرجات .

ومن ناحية العلاقة بينهما فليس من الضروري في جميع الأحوال أن يؤدي زيادة كمية الإنتاج إلى ارتفاع الإنتاجية إلا في حالة ثبات كمية لمدخلات المستخدمة، إذن فالإنتاجية لا ترتفع إلا بقدر النسبة بين الزيادة من كمية الإنتاج والزيادة في المدخلات المستخدمة لزيادة الإنتاج .

#### ثانياً : تعريف الإنتاجية وأهميتها :

يعتبر استخدام الموارد المتاحة أفضل استخدام ممكن هو إحدى المسؤوليات الأساسية لمديري الإنتاج والعمليات، وتعتبر الإنتاجية مقياساً نسبياً لكمية المدخلات اللازمة لضمان الحصول على كمية محددة من المخرجات ويتم التعبير عنها كنسبة بين كمية المخرجات وكمية المدخلات .

الإنتاجية = المخرجات / المدخلات .

وعلى ذلك فإذا كان فى استطاعه المدير تحقيق زيادة فى كمية المخرجات دون زيادة كمية المدخلات المستخدمة، فإنه كهذا يكون قد ساه فى رفع مستوى الإنتاجية، وبغض المنطق إذا أمكنه تحقيق نفس الكمية المحددة من المخرجات مع تخفيض كمية المدخلات المطلوبة، فإن الإنتاجية تكون قد زادت فى هذه الحالة أيضا .

وإذا كان قادة الأعمال والحكومات فى كل الدول الصناعية يقيمون اهتماما شديدا بالإنتاجية، فإنه من الأخرى أن يخطئ موضوع رفع الكفاءة الإنتاجية باهتمام الدول النامية بدرجة أكبر، ومن ضمن هذه الدول النامية جمهورية مصر العربية، فعلى جانب نقص الموارد الاقتصادية المتاحة لهذه الدول فإنها تعاني كذلك من انخفاض كفاءتها الإنتاجية، وتعمل جاهدة على رفعها.

وتحتل اليابان مركز الصدارة فى قائمة الدول الصناعية المتقدمة ذات الكفاءة الإنتاجية المرتفعة، حيث يتراوح معدل الزيادة السنوية فى الإنتاجية فى اليابان حوالى ١٠٪ وتزيد الإنتاجية اليابانية فى العديد من الصناعات (صناعة الصلب والسيارات والإلكترونيات ..) عن مثيلاتها فى باقى دول العالم بما فيها الولايات المتحدة الأمريكية .

والاهتمام بموضوع الإنتاجية لا ينصب فقط على الأهتمام العلمى أو الأكاديمى بالموضوع، ولكن الموضوع له أبعاد أخرى كثيرة ولها ثقلها، فالزيادة المستمرة فى مستوى الإنتاجية هى السبب الرئيسى وراء مستويات المعيشة المرتفعة التى تستمتع بها الشعوب الصناعية المتقدمة ومن ناحية أخرى فإن زيادات فى الضغوط التضخمية على الاقتصاد القومى .

### ثالثاً : أسباب انخفاض الإنتاجية ومداخل تحسينها :

والسؤال الذى يفرض نفسه الآن : هو كيف يمكن لدول معينة أو لصناعات معينة أن تكون قادرة على تحقيق مكاسب تتمثل فى تزايد مستويات الإنتاجية، بينما لا يستطيع غيرها تحقيق ذلك؟ وقبل الإجابة على هذا التساؤل قد يكون من الأفضل أن نتوقف لحظة للتعرف على معنى الإنتاجية وكذلك على بعض أساليب رفع مستوى الإنتاجية .

فلو أخذنا مثالا مبسطا لتوضيح حالة طالب يخطط لكتابة بحث على الآلة الكاتبة، فمستوى الطالب فى الكتابة على الآلة الكاتبة يعتبر متوسطا بحيث يمكنه أن ينتهى من ثلاث صفحات فقط من خلال ساعة زمنية، فكيف يمكن لمثل هذا الطالب أن يرفع من مستوى إنتاجيته؟ ولنبدأ معا بتحديد المقصود بإنتاجية الطالب، ودعنا نتفق على أنها تعنى عدد الصفحات التى يمكنه كتابتها فى الساعة الواحدة، وبالتالى فإنه على الطالب أن يبحث على الكيفية التى تمكنه من كتابة أو إنتاج عدد أكبر من الصفحات فى الساعة الواحدة أحد هذه السبل لرفع إنتاجيته يتمثل فى الالتحاق ببعض الدورات التدريبية القصيرة لزيادة مهارات الكتابة على الآلة الكاتبة (أى أن هذا المدخل يعتمد على تحسين الأسلوب أو الطريقة) .

مدخل آخر لرفع الكفاءة الإنتاجية للكتابة على الآلة الكاتبة عن طريق إحلال الآلة الكاتبة اليدوية بأخرى كهربية ذات سعر مرتفع عن الأولى (وهذا المدخل يتعلق برأس المال) وهذا من أجل تحقيق عنصر السرعة الذى يعتبر سمة أساسية من سمات الآلية أو الأوتوماتيكية.

أما إذا كانت الأخطاء فى الكتابة هى المشكلة (أى أن الأمر يتعلق بمستوى الجودة) فقد يساعد استخدام نوعية أخرى من الآلات الكاتبة ذات الذاكرة فى سرعة وسهولة تصحيح الأخطاء قبل ظهورها أو طباعتها على الورقة (وهذا المدخل يتعلق كذلك برأس المال)، حيث أن هذه النوعية من الآلات

الكاتبة أغلى سعرا من الأنواع السابقة سواء اليدوية أم الكهربائية أى أن الأمر يتعلق بالمستوى التكنولوجى للمعدات المستخدمة من ناحية أخرى.

وبالإضافة إلى ما سبق، فمازال هناك مجال آخر لرفع الإنتاجية، يمكن تحقيقه عن طريق رفع مستوى التنظيم والإعداد الجيد لعملية الكتابة الفعلية (وهنا يتعلق الأمر بالنواحي الإدارية) .

ويضاف إلى ما سبق أن هناك سوء فهم شائع يتعلق بأن العاملين هم المحدد الوحيد للإنتاجية.. ووفقا لهذه النظرية فإن الطريق الوحيد إلى تحقيق مكاسب فى الإنتاجية يتضمن ضرورة دفع العاملين لمزيد من العمل، ولكننا نعلم أن الكثير من مكاسب الإنتاجية قد تم تحقيقها فى الماضى عن طريق التطوير التكنولوجى، ومن أمثلة ذلك الآلات الكاتبة الكهربائية، وآلات تصوير المستندات العادية والإلكترونية (الفاكس)، أفران الميكروويف، الغسالات والمجففات الأوتوماتيكية، والآلات الحاسبة الإلكترونية، وبعد أن كانت النظرة التقليدية للإنتاجية تركز على البشر كمحدد وحيد للإنتاجية، أصبحت النظرة المعاصرة إلى جانب ذلك لا تغفل دور التكنولوجيا المستخدمة وأساليب العمل والمعدات وأساليب الإدارة عوامل مؤثرة على إنتاجية القوى العاملة، ولا يتوقف الأمر على العاملين وحدهم .

ويرتبط بموضوع الإنتاجية نقطة هامة تتعلق بقياس الإنتاجية، فالبعض يقيسها بمستوى الربح الذى تحققه منظمة الأعمال الهادفة للربح ومدى قدرته على تحقيق عائد مجز لأصحاب رأس المال، إلا أن هذا الأمر غير ممكن تحقيقه ما لم يكن الربح هو الهدف الأساسى للمنظمة، من ناحية أخرى قد يصعب أحيانا قياس إنتاجية بعض الأنشطة ذات الطبيعة الخدمية مثل الشؤون أو الاستشارات القانونية، الرعاية الصحية، وأعمال الإصلاح والصيانة، وعند قياس الإنتاجية لا يتوقف الأمر على قياس معدل المخرجات فقط ولكن تؤخذ فى الحسبان تكلفة الموارد المستخدمة، بالإضافة إلى مستوى جودة المخرجات حيث أنه يمكن زيادة معدل المخرجات على حساب مستوى جودتها.



ومن الأسباب الشائعة وراء انخفاض مستوى الإنتاجية زيادة الاهتمام بالأداء فى المدى القصير والتركيز على مستوى المبيعات والربح السنوى ، الأمر الذى يتحقق على حساب الحافز على تطوير حلول طويلة المدى للمشاكل ، ففى فترات التضخم وارتفاع تكاليف الأموال المقترضة يتردد المديرون فى تخصيص جزء من مواردهم المالية المتاحة من أجل المشروعات طويلة المدى حيث أن هذا يعد من عناصر المرونة فى الاستفادة من الفرص التى قد تسنح لهم على المدى القصير .

وفى سبيلنا للبحث عن طريق وأساليب رفع الكفاءة الإنتاجية خاصة فى الظروف الحالية التى تدعو فيها الدولة إلى فتح أبواب المنافسة الأجنبية أمام منتجاتنا المصرية بفتح مجالات الاستيراد بالإضافة إلى تشجيع الدولة بل ومطالبتها للقطاعين العام والخاص بضرورة فتح أسواق خارجية للتصدير باعتبارها ركيزة أساسية من ركائز عملية إصلاح المسار الاقتصادى للبلاد . وبناءً على ذلك وباعتبار المنتجات المصرية فى حاجة لإثبات وجودها وتحقيق ميزة تنافسية سواء فى السوق المحلى أو أسواق التصدير الأجنبية فإن تحليل ودراسة كيفية تشغيل الشركات الأجنبية (خاص اليابانية) يعتبر أمراً مفيداً للغاية من حيث توضيح ما يمكن تحقيقه فى مجال الإنتاجية والجودة .

#### **رابعاً : أسباب نجاح المنظمات :**

وإذا كنا قد ذكرنا من قبل أن الإنتاجية فى اليابان مرتفعة بدرجة ملحوظة وذكرنا أن المنتجات اليابانية يعرف عنها فى العالم أجمع ارتفاع جودتها واعتماديتها ، فإنه يمكن إيجاز بعض أسباب نجاح المنشآت اليابانية فيما يلى :

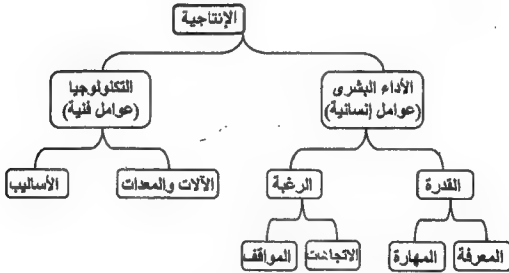
١- تعتمد الشركات اليابانية بدرجة كبيرة على التمويل عن طريق المديونيات بالاقتراض من البنوك وغيرها من جهات الاقتراض ، وبذلك بدلا من

- التمويل عن طريق إصدار اسهم والمشاركة فى رأس المال، حيث أن البنوك لا تمارس ضغوطا كحملة الأسهم من أجل تحقيق مكاسب قصيرة المدى .
- ٢- تتوافر لدى البنوك اليابانية نسبة كبيرة من الأموال التى تتولى إقراضها للشركات وذلك لأن اليابانيين بطبيعتهم يميلون إلى الادخار أكثر من غيرهم من الشعوب .
- ٣- تقوم الشركات اليابانية باستقطاع نسبة كبيرة من مكاسبها وتخصصها لعمليات البحث والتطوير، ويتم تخصيص قدر كبير من الموارد المتاحة من أجل تطوير المنتج من حيث تصميمه وعمليات إنتاجه وكذلك لرفع مستويات الاعتمادية والجودة .
- ٤- تولد لدى الكثير من المستهلكين فى أنحاء العالم ثقة كبيرة فى المنتجات اليابانية باعتبارها أكثر اعتمادية وأعلى جودة من مثيلاتها المنتجة فى أى مكان آخر .
- ٥- أحد الأسباب المحتملة لارتفاع مستوى جودة المنتجات اليابانية هو الاستخدام الواسع للأوتوماتيكية، حيث يقوم الإنسان الآلى (الروبوت) Robots الصناعات بالعديد من المهام المتكررة والمملة بالنسبة للإنسان والتى تمثل خطورة على صحته، مما يسمح للأفراد (البشر) بالتفرغ لأداء الأعمال الذهنية الأكثر أهمية، بالإضافة إلى أن هذا يحقق مستويات من الجودة لا يمكن تحقيقها إذا ما تم استخدام العمالة البشرية .
- ٦- عرف عن اليابانيين استخدامهم لحلقات الجودة Quality circles وهى عبارة عن جماعات من العاملين، وتتقابل كل جماعة من العاملين، وتتقابل كل جماعة بعد مواعيد العمل الرسمية بشكل دورى لمناقشة أسباب وحلول المشاكل المتعلقة بالإنتاجية والجودة فى مصانعهم.
- ٧- يضاف إلى ما سبق أن نظام إدارة المورد البشرى فى اليابان يشجع العاملين على تقديم مقترحاتهم من أجل تطوير الأداء حتى لو نتج عن ذلك إلغاء وظائف معينة وذلك من خلال نظام محكم للأمن الوظيفة Job security

يضمن للعاملين عدم الاستغناء عنهم، ولكن بدلا من ذلك يتم نقلهم إلى وظائف أخرى قد تحتاج بعض التدريب، أيضا نظام العمل بالشركات اليابانية يجعل العامل يقضى طوال عمره الوظيفي فى نفس الشركة فيصبح ولاؤه للشركة شديدا ويتولد لديه شعور بالرضا والاعتزاز والفخر نتيجة مشاركته فى القرارات الإدارية وعمليات رفع مستويات الإنتاجية والجودة. ولعنا فى جمهورية مصر العربية نحاول أن نحذو حذو هذه البلاد المتقدمة التى جعلت من قضية الإنتاج والإنتاجية هما الأول والأخير فكان لها التقدم الصناعى والقوة الاقتصادية وارتفاع مستوى المعيشة .

### خامسا : العوامل المحددة للإنتاجية :

وفى هذا الصدد قام الكثير من الكتاب بحصر العديد من العوامل المؤثرة فى الإنتاجية فى شكل معادلات كما يلى :



وبلاحظ فى الشكل السابق أن العلاقة مصورة فى شكل حاصل ضرب متغيرين (وليس ناتج جمعهما) وذلك لتوضيح مدى أهمية توافر حد أدنى من كل من المتغيرين .. فإذا انخفض أحدهما إلى مستوى الصفر أصبحت المحصلة صفرا أى كان المستوى المرتفع للمتغير الآخر.

ومن ناحية أخرى قام آخرون بتصنيف هذه العوامل إلى نوعين حسب مصدر العامل إلى عوامل داخلية (تخضع لسيطرة الإدارة ويمكنها التحكم فيها) وعوامل أخرى خارجية (لا يمكن الإدارة المنظمة السيطرة عليها ولكن لا بد وأن تأخذها في الاعتبار لتحديد مدى تأثير على أعمال المنظمة) وذلك كما يتضح من الشكل التالي :

### العوامل المؤثرة في الإنتاجية

(على مستوى المنظمة)

عوامل خارجية		عوامل داخلية	
عوامل هيكل	لوائح تنظيمية	مادية	إنسانية
-النظام الاقتصادي	-تشريعات العمل	-أنواع المنتجات .	-العاملون(البشر)
-النظام الاجتماعي .	ونظمه.	-التكنولوجيا المستخدمة	-الهيكل التنظيمي .
-السكان .	-السياسات العامة	-الخامات .	-نظم وسياسات العمل
-البيئة الأساسية.	للدولة	-الطاقات الإنتاجية .	-أساليب وطرق العمل
	-العلاقات التنظيمية	-مصادر الطاقة.	-أساليب الإدارة
		-المعدات والتجهيزات	-القيادة الإدارية

### سادسا : قياس الإنتاجية :

يمكن قياس الإنتاجية في أى منظمة من خلال استخدام معيارين من معايير القياس هما :

١- الإنتاجية الكلية .

٢- الإنتاجية الجزئية .

وفيما يلي نستعرض شرحا تفصيليا لكل منهما مع المقاييس الفرعية وأمثلة رقمية لكيفية حسابها .

## الإنتاجية الكلية Total productivity

يقصد بهذا المعيار قياس مدى مساهمة جميع عناصر الإنتاج (المدخلات) فى تحقيق الإنتاج (المخرجات) وهو يعبر عن مدى كفاءة المنظمة ككل .

ويتم قياس الإنتاجية الكلية من خلال المخرجات على المدخلات.

أ - معيار الكمية :

$$\frac{\text{كمية المخرجات (إجمالى عدد الوحدات المنتجة)}}{\text{إجمالى قيمة المدخلات المستخدمة (جميع عناصر المدخلات)}} = \text{الإنتاجية الكلية}$$

ب- معيار القيمة :

$$\frac{\text{إجمالى قيمة المخرجات}}{\text{إجمالى قيمة المدخلات المستخدمة}} = \text{الإنتاجية الكلية}$$

$$= \frac{\text{إجمالى قيمة المخرجات}}{\text{العمل + الخامات + الطاقة + رأس المال}}$$

وفى هذا الحالة إذا كانت المنظمة تنتج عدة أنواع من المنتجات فيتم حساب قيمة كل نوعية ثم يجمع إجمالى قيمة المنتجات كلها، ويضاف إليها كذلك قيمة أى سلع نصف مصنعة أو سلعة يتم بيعها وتمثل إيرادا لعنصر من عناصر المخرجات ويفيد استخدام معيار القيمة فى حالة تعدد نوعيات المنتجات التى تنتجها المنظمة حتى لا يمكن جمع كميات الإنتاج (عدد الوحدات) من النوعيات المختلفة للحصول على إجمالى كميات الإنتاج من مختلف النوعيات، وعلى الرغم من هذه الميزة لمعيار القيمة إلا أنه لا بد من أن ننتسبه إلى اختلاف مستويات الأسعار من فترة إلى أخرى، الأمر الذى يؤثر بالقطع على نتائج قياس الإنتاجية بالزيادة أو بالنقص مما يؤدي إلى نتائج مضللة، وفى هذه الحالة لكى تصبح البيانات (الخاصة بالمبيعات على سبيل المثال) قابلة للمقارنة من عام لآخر فلا بد من تثبيت الأسعار واستخدام معدلات الخصم أو أسعار الخصم وستة

القياس لتحول القيمة الحالية للجنه إلى قيمة ثابتة للجنه وما قيل عن كيفية حساب قيمة المخرجات أو قيمة الإنتاج ينطبق أيضا على حساب قيمة المدخلات حتى تتلاقى التأثير المثل لتغيير الأسعار .

ويلاحظ كذلك أن حساب الإنتاجية الكلية (كما سبقت الإشارة) قد يتم باستخدام كمية الإنتاج أو قيمة الإنتاج، ولكن فيما يتعلق بالمدخلات فلا يمكن استخدام الكمية (حيث لا يمكن تجميع كميات العناصر المختلفة من المدخلات)، إذا لابد أن تحسب الإنتاجية الكلية باستخدام قيمة عناصر المدخلات، سواء كانت المخرجات تم التعبير عنها بالكمية أو بالقيمة .

## ٢- الإنتاجية الجزئية partial productivity

وتعتمد على قياس مدى كفاءة استخدام عنصر واحد فقط من عناصر المدخلات مثل إنتاجية رأس المال، وإنتاجية العمالة وإنتاجية المواد، أى أنها توضح مدى مساهمة كل عنصر من عناصر المدخلات على حدة فى ناتج العملية الإنتاجية (المخرجات النهائية) .

وتفيد مقاييس الإنتاجية الجزئية فى تفسير الكثير من التغيرات التى تطرأ على الإنتاجية الكلية بحيث يمكن تحديد مجالات أو أسباب انخفاض الإنتاجية الكلية ومن ثم وضع خطة للعلاج وتحسين الإنتاجية .

$$\text{أ - إنتاجية المواد} = \frac{\text{كمية المخرجات}}{\text{كمية المواد}}$$

$$\text{أو} = \frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة المواد}}$$

$$\text{ب - إنتاجية الآلات} = \frac{\text{كمية أو قيمة المخرجات}}{\text{عدد ساعات التشغيل الآلى}}$$

ج - إنتاجية عنصر العمل :

$$\text{إنتاجية العامل} = \frac{\text{كمية أو قيمة المخرجات}}{\text{عدد العاملين}}$$

$$\text{إنتاجية الجنية/أجر} = \frac{\text{كمية أو قيمة المخرجات}}{\text{إجمالي قيمة الأجور المدفوعة}}$$

$$\text{إنتاجية ساعة العمل البشري} = \frac{\text{كمية أو قيمة المخرجات}}{\text{عدد ساعات العمل البشري}}$$

وهكذا يمكن قياس الإنتاجية خلال ألا فترة زمنية .. مثل إنتاجية اليوم (بالقسمة على عدد الأيام)، أو إنتاجية الوردية (بالقسمة على عدد الورديات)، أو إنتاجية الأسبوع أو الشهر .

د - إنتاجية رأس المال المستثمر :

$$\text{إنتاجية العامل} = \frac{\text{كمية أو قيمة الإنتاج}}{\text{قيمة رأس المال المستثمر}}$$

هـ - إنتاجية الخدمات المعاونة :

$$\text{إنتاجية الجنيه من الخدمات المعاونة} = \frac{\text{كمية أو قيمة الإنتاج}}{\text{قيمة الخدمات المعاونة}}$$

وبلاحظ مما سبق أنه بالنسبة لحساب الجزئية لعناصر المدخلات فإنه يمكن التعبير عن هذه العناصر إما بكمياتها (ظن قطن خام أو عدد عاملين أو ساعات تشغيل آلي .... ) أو يمكن التعبير عنها في شكل نقدي كقيمة للعناصر المستخدمة (مثل قيمة الخامات المستخدمة، قيمة الأجور المدفوعة للعاملين، قيمة ساعات التشغيل الآلي أو قيمة استهلاك الآلات ... الخ) .

**مثال :**

إذا توافرت لديك البيانات التالية عن إحدى الشركات الصناعية خلال الفترة من (٢٠٠١ - ٢٠٠٣) .

بيانات	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣
إجمالي الإيرادات	١٨٦٠٠٠	١٩٠٠٠٠	٢١٠٣٠٠
إجمالي الأجور المدفوعة	٤٣٨٠٠	٤٤٠٠٠	٤٤٨٠٠
تكلفة المواد الخام	٥١٠٠٠	٦٢٠٠٠	٧٤٠٠
استهلاك الآلات والمعدات (قيمة ساعات التشغيل الآلي)	٧٤٠٠	٨٠٠٠	٨٣٠٠
قيمة الخامات المعاونة	٣٠٠٠	٣٨٠٠	٣٩٠٠

المطلوب :

- ١- حساب الإنتاجية الكلية للأعوام الثلاثة .
- ٢- حساب معدل النمو في الإنتاجية الكلية .
- ٣- حساب الإنتاجية الجزئية لكل عنصر من عناصر المدخلات ومعدلات النمو والتعليق على العلاقة بين نتائج الإنتاجية الجزئية والتغير في الإنتاجية الكلية .

**أولاً : حساب الإنتاجية الكلية للأعوام الثلاثة :**

$$\begin{aligned} \text{الإنتاجية الكلية} &= \frac{\text{إجمالي الإيرادات (قيمة المخرجات أو الإنتاج)}}{\text{إجمالي قيمة المدخلات المستخدمة}} \\ \text{الإنتاجية الكلية (٢٠٠١)} &= \frac{186000}{105200} = \frac{186000}{3000 + 7400 + 51000 + 42800} \\ &= 1,768 \\ \text{الإنتاجية الكلية (٢٠٠٢)} &= \frac{190000}{117800} = \frac{190000}{2800 + 80000 + 62000 + 44000} \\ &= 1,613 \\ \text{الإنتاجية الكلية (٢٠٠٣)} &= \frac{210300}{119500} = \frac{210300}{3900 + 8300 + 62500 + 44800} \\ &= 1,760 \end{aligned}$$

**ثانياً : حساب معدل النمو في الإنتاجية :**

$$\begin{aligned} \text{معدل النمو في الإنتاجية (٢٠٠٢/٢٠٠١)} &= \frac{\text{إنتاجية سنة ٢٠٠٢} - \text{إنتاجية سنة ٢٠٠١}}{\text{إنتاجية ١٩٩٨}} \times 100 \\ (\% 8,768) &= 100 \times \frac{(186000 - 171130)}{1,768} = 100 \times \frac{14870}{1,768} \\ \text{معدل النمو في الإنتاجية (٢٠٠٣/٢٠٠٢)} &= \frac{\text{إنتاجية سنة ٢٠٠٣} - \text{إنتاجية سنة ٢٠٠٢}}{\text{إنتاجية ١٩٩٩}} \times 100 \\ (\% 9,113) &= 100 \times \frac{(210300 - 190000)}{1,613} = 100 \times \frac{20300}{1,613} \end{aligned}$$



من النتائج السابقة يتضح أن الإنتاجية الكلية فى عام ١٩٩٩ قد انخفضت عنها فى عام ٢٠٠١ بمعدل (٠,٧٦٧٪) فى حين أنها فى عام ٢٠٠٠ قد ارتفعت عنها فى عام ١٩٩٩ بمقدار ٩,١١٣٪ .

### ثالثاً : حساب الإنتاجية الجزئية :

$$(١) \text{ إنتاجية الجنية/أجر} = \frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة الأجور المدفوعة}}$$

$$\text{إنتاجية الجنية/أجر سنة ٢٠٠١} = \frac{١٨٦.٠٠٠}{٤٣٨.٠٠} = ٤,٢٤٧$$

$$\text{إنتاجية الجنية/أجر سنة ٢٠٠٢} = \frac{١٩٠.٠٠٠}{٤٤.٠٠٠} = ٤,٣١٨$$

$$\text{إنتاجية الجنية/أجر سنة ٢٠٠٣} = \frac{٢١٠.٣٠٠}{٤٤٨.٠٠} = ٤,٦٨٨$$

$$\text{معدل النمو فى إنتاجية الجنيه/ أجر} (٢٠٠٣/٢٠٠٢) =$$

$$١٠٠ \times \frac{٠,٧١}{٤,٢٤٧} = ١٠٠ \times \frac{٤,٢٤٧ - ٤,٣١٨}{٤,٢٤٧} \\ = ١,٦٠٤ \%$$

$$\text{معدل النمو فى إنتاجية الجنيه/ أجر} (٢٠٠٣/٢٠٠٢) =$$

$$١٠٠ \times \frac{٠,٣٧}{٤,٣١٨} = ١٠٠ \times \frac{٤,٣١٨ - ٤,٦٨٨}{٤,٣١٨} \\ = ٨,٥٦٨ \%$$

$$(٢) \text{ إنتاجية المواد الخام} = \frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة المواد الخام}}$$

$$\text{إنتاجية الجنيه من الخامات سنة ٢٠٠١} = \frac{١٩٠.٠٠٠}{٦٢.٠٠٠} = ٣,٦٤٧$$

$$\text{إنتاجية الجنيه من الخامات سنة ٢٠٠٢} = \frac{١٩٠.٠٠٠}{٦٢.٠٠٠} = ٣,٠٥٦$$

$$\text{إنتاجية الجنيه من الخامات سنة ٢٠٠٣} = \frac{٢١٠.٣٠٠}{٦٢٥.٠٠} = ٣,٣٦٥$$

$$100 \times \frac{0,082}{2,647} 100 \times \frac{3,647 - 3,060}{3,647} = (2002/2001) \text{ أجر إنتاجية الجنيه/أجر} \\ \%10,908 =$$

$$100 \times \frac{0,3}{3,060} 100 \times \frac{3,060 - 3,360}{3,060} = (2003/2002) \text{ أجر إنتاجية الجنيه/أجر} \\ \%9,788 =$$

$$\frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة تكلفة استهلاك الآلات والمعدات}} = \text{إنتاجية الآلات والمعدات (3)}$$

$$20,130 = \frac{186,000}{9,200} = 2001 \text{ إنتاجية الآلات سنة}$$

$$23,70 = \frac{19,000}{8,000} = 2002 \text{ إنتاجية الآلات سنة}$$

$$20,301 = \frac{21,000}{10,300} = 2003 \text{ إنتاجية الآلات سنة}$$

$$100 \times \frac{1,380}{20,130} 100 \times \frac{20,130 - 23,70}{20,130} = (2002/2001) \text{ إنتاجية الآلات} \\ \%5,01 =$$

$$100 \times \frac{1,001}{23,70} 100 \times \frac{23,70 - 20,301}{23,70} = (2003/2002) \text{ إنتاجية الآلات} \\ \%1,031 =$$

$$\frac{\text{قيمة المخرجات}}{\text{قيمة للخدمات للمعونة}} = \text{إنتاجية الخدمات المعونة (4)}$$

$$62 = \frac{186,000}{3,000} = 2001 \text{ إنتاجية الخدمات المعونة سنة}$$

$$0 = \frac{19,000}{38,000} = 2002 \text{ إنتاجية الخدمات المعونة سنة}$$

$$20,301 = \frac{21,000}{39,000} = 2003 \text{ إنتاجية الخدمات المعونة سنة}$$

$$100 \times \frac{12}{62} 100 \times \frac{62 - 0}{62} = (2002/2001) \text{ إنتاجية الآلات} \\ \%19,300 =$$

$$100 \times \frac{3,92}{0,} 100 \times \frac{0 - 03,92}{0,} = (2003/2002) \text{ إنتاجية الآلات} \\ \%7,84 =$$

وأخيرا يتم تقريغ نتائج حساب الإنتاجية معدل تغيرها في جدول

شامل كما يلي :

البيان	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	معدل	معدل النمو
				٢٠٠٢/٢٠٠١	٢٠٠٣/٢٠٠٢
الإنتاجية الكلية	١,٧٦٨	١,٦١٣	١,٧٦٠	٪٨,٧٦٧	٪٩,١١٣
إنتاجية الجنيه/أجر	٤,٢٤٧	٤,٢٤٧	٤,٦٨٨	١,٦٠٤	٪٨,٥٦٩
إنتاجية المواد الخام	٣,٦٤٧	٣,٠٦٥	٣,٣٦٥	٪١٥,٩٥٨	٪٩,٧٨٨
إنتاجية الآلات والمعدات	٢٥,١٣٥	٢٣,٧٥	٢٥,٣٠١	٪٥,٥١	٪٦,٥٣١
إنتاجية الخدمات المعاونة	٦٢,٠٠	٥٠,٠	٥٣,٩٢	٪١٩,٣٥٥	٪٧,٨٤

مثال (٢) :

إذا توافرت لديك البيانات التالية عن إحدى الشركات الصناعية التي

تنتج ٣ أنواع من المنتجات خلال عامي ٢٠٠٣/٢٠٠٢ .

البيان	٢٠٠٢			٢٠٠٣		
	أ	ب	ج	أ	ب	ج
كمية الإنتاج (بالوحدة)	٨٦٠٠	٣٤٠٠	١٢٠٠	٩٠٠٠	٣٤٠٠	١٥٠٠
نسبة الإنتاج المعيب	٪٥	٪١٠	٪١٠	٪١٠	٪١٠	٪٥
سعر بيع الوحدة الجيدة	١٠٠	٦٠	٨٠	١٠٠	٦٠	٩٠
سعر بيع الوحدة المعيبة	٪٥٠ من سعر الوحدة الجيدة			٪٦٠ من سعر الوحدة الجيدة		

وإذا علمت أن :

متوسط عدد العاملين بالشركة ٥٠٠ عامل، عدد ساعات العمل في اليوم

الواحد ٨ ساعات وهناك للراحة وتناول الغذاء يوميا، وعدد أيام العمل ٣٠٠

يوم سنويا، وأن متوسط الأجر في الساعة ١٠ جنيهات .

المطلوب :

حساب إنتاجية العمالة باستخدام عدة مقاييس لكل من العامين ٢٠٠٢/

٢٠٠٣ مع حساب معدل النمو في الإنتاجية .

## الحل :

أولاً : حساب إجمالي الإيرادات (قيمة الإنتاج أو المخرجات) .

لكل المنتجات ( أ ، ب ، جـ )

( أ ) قيمة الإنتاج لسنة ٢٠٠٢ :

$$= \text{كمية الإنتاج الجيدة} \times \text{سعر بيع الوحدة الجيدة} .$$

$$+ \text{كمية الإنتاج المعيب} \times \text{سعر بيع الوحدة المعيبة} .$$

ويتم تجميعها على مستوى المنتجات الثلاثة :

سنة ٢٠٠٢ :

المنتج ( أ ) :

$$\text{كمية الإنتاج المعيب} = \frac{0}{100} \times 8600 = 0 \text{ وحدة} .$$

$$\text{كمية الإنتاج الجيد} = 8600 - 0 = 8600 \text{ وحدة} .$$

المنتج ( ب ) :

$$\text{كمية الإنتاج المعيب} = \frac{10}{100} \times 3400 = 340 \text{ وحدة} .$$

$$\text{كمية الإنتاج الجيد} = 3400 - 340 = 3060 \text{ وحدة} .$$

المنتج ( ج ) :

$$\text{كمية الإنتاج المعيب} = \frac{10}{100} \times 1200 = 120 \text{ وحدة} .$$

$$\text{كمية الإنتاج الجيد} = 1200 - 120 = 1080 \text{ وحدة} .$$

سنة ٢٠٠٣ :

المنتج ( أ ) :

$$\text{كمية الإنتاج المعيب} = \frac{10}{100} \times 9000 = 900 \text{ وحدة} .$$

$$\text{كمية الإنتاج الجيد} = 9000 - 900 = 8100 \text{ وحدة} .$$

المنتج ( ب ) :

$$\text{كمية الإنتاج المعيب} = \frac{10}{100} \times 3400 = 340 \text{ وحدة} .$$

$$\text{كمية الإنتاج الجيد} = 3400 - 340 = 3060 \text{ وحدة} .$$

المنتج ( ج ) :

$$\text{كمية الإنتاج المعيب} = \frac{10}{100} \times 1500 = 150 \text{ وحدة}$$

$$\text{كمية الإنتاج الجيد} = 1500 - 150 = 1350 \text{ وحدة}$$

### إجمالي قيمة الإنتاج

البيان	٢٠٠٢				٢٠٠٣			
	أ	ب	ج	إجمالي	أ	ب	ج	إجمالي
كمية الإنتاج الجيد	٨١٧٠	٣٠٦٠	١٠٨٠		٨١٠٠	٣٠٦٠	١٤٢٥	
سعر بيع الوحدة الجيدة	١٠٠ ×	٦٠ ×	٨٠ ×		١٠٠ ×	٦٠ ×	٩٠ ×	
قيمة الإنتاج الجيد	٨١٧٠٠٠	١٨٣٦٠٠	٨٦٤٠٠		٨١٠٠٠٠	١٨٣٦٠٠	١٢٨٢٥٠	
إجمالي قيمة الإنتاج الجيد				١٠٨٧٠٠٠٠	إجمالي قيمة الإنتاج الجيد			١١٣١٨٥٠
كمية الإنتاج المعيب	٤٣٠	٣٤٠	١٧٠		٩٠٠	٣٤٠	٧٥	
قيمة الإنتاج الجيد	٢٦٥٠٠	١٠٢٠٠	٤٨٠٠		٥٠ ×	٣٠ ×	٤٥ ×	
إجمالي قيمة الإنتاج المعيب				٣٦٥٠٠	إجمالي قيمة الإنتاج المعيب			٥٨٥٧٥
إجمالي قيمة الإنتاج				١١٢٣٥٠٠	إجمالي قيمة الإنتاج			١١٨٠٤٢٥

حساب إنتاجية العمالة =

$$\text{إنتاجية العامل} = \frac{\text{إجمالي قيمة الإنتاج}}{\text{عدد العاملين}}$$

$$\text{إنتاجية العامل لسنة ٢٠٠٢} = \frac{1123500}{500} = 2247 \text{ جنيه/عامل}$$

$$\text{إنتاجية العامل لسنة ٢٠٠٣} = \frac{1180425}{500} = 2360,85 \text{ جنيه/عامل}$$

$$2361 =$$

$$\text{معدل النمو في إنتاجية العامل} = 100 \times \frac{2361 - 2247}{2247} = 5,07\%$$

$$5,07\%$$

$$أ) \text{ إنتاجية العامل} = \frac{\text{إجمالي قيمة الإنتاج}}{\text{عدد أيام العمل}}$$

$$\text{إنتاجية اليوم لسنة ٢٠٠٢} = \frac{١١٢٣٥٠٠}{٥٠٠} = ٣٧٤٥ \text{ جنيه/اليوم}$$

$$\text{إنتاجية العامل السنة ٢٠٠٣} = \frac{١١٨٠٤٢٥}{٣٠٠} = ٣٩٣٤,٧٥ \text{ جنيه/عامل}$$

$$٣٩٣٥ =$$

$$\text{معدل النمو في إنتاجية العامل} = ١٠٠ \times \frac{٣٧٤٥ - ٣٩٣٤,٧٥}{٣٧٤٥} = ٥,٠٧\%$$

$$= ٥,٠٧\%$$

$$ج) \text{ إنتاجية ساعة} = \frac{\text{إجمالي قيمة الإنتاج}}{\text{إجمالي عدد ساعات العمل}}$$

$$\text{إجمالي عدد ساعات العمل} = \text{عدد ساعات العمل اليومية اليومية (السافية)}$$

$$\times \text{ عدد أيام العمل السنوية .}$$

$$\times \text{ عدد العاملين .}$$

$$= ٥٠٠ \times ٣٠٠ \times (١-٨) =$$

$$\text{إنتاجية الساعة لسنة ٢٠٠٢} = \frac{١١٢٣٥٠٠}{١٠٥٠٠٠٠} = ١,٠٧ \text{ جنيه/الساعة}$$

$$\text{إنتاجية الساعة لسنة ٢٠٠٣} = \frac{١١٨٠٤٢٥}{١٠٥٠٠٠٠} = ١,١٢ \text{ جنيه/الساعة}$$

$$\text{معدل النمو في إنتاجية الساعة} = ١٠٠ \times \frac{(١,٠٧ - ١,١٢)}{١,٠٧} =$$

$$= ٤,٦٧\%$$

$$د) \text{ إنتاجية الجنيه / أجر} = \frac{\text{إجمالي قيمة الإنتاج}}{\text{عدد ساعات العمل الإجمالية} \times \text{أجر الساعة}}$$

$$\text{إنتاجية الجنيه/أجر لسنة ٢٠٠٢} = \frac{١١٢٣٥٠٠}{١٠ \times ١٠٥٠٠٠٠} = ١,٠٧$$

$$= ١,٠٧$$

$$\text{إنتاجية الساعة لسنة ٢٠٠٣} = \frac{١١٨٠٤٢٥}{١٠٥٠٠٠٠} = ١,١٢$$

$$\text{معدل النمو في إنتاجية الجنيه / أجر} = ١٠٠ \times \frac{١,١٢ - ١,٠٧}{١,٠٧} = ٤,٦٧\%$$

## مقاييس إنتاجية العمل

المقياس	٢٠٠٢	٢٠٠٣	معدل النمو
أ - إنتاجية العامل	٢٢٤٧	٢٣٦١	%٥,٠٧
ب - إنتاجية اليوم	٣٧٤٥	٣٩٣٥	%٥,٠٧
ج - إنتاجية الساعة	١,٠٧	١,١٢	%٤,٦٧
د - إنتاجية الجنية/ أجر	٠,١٠٧	٠,١١٢	%٤,٦٧

## التطور التاريخي لإدارة النشاط الإنتاجي

يمكن تتبع التطور التاريخي لإدارة النشاط الإنتاجي بمتابعة الجدول رقم (١-١) حيث تظهر فيه المراحل الزمنية وأهم الأحداث التي تتميز بها مع الإشارة إلى هؤلاء الرواد الذين أسهموا في تطوير النشاط الإنتاجي .

١٧٠٠	نظام الإنتاج المنزلي	التحول من الزراعة إلى الصناعة
١٧٠٠	نظام صرف الخامات	ظهور السمسرة وتحول المنتج إلى أجير
١٧٥٠٠	نظم المصنع	استخدام النجار في إدارة الآلات وانتقال العامل إلى المصنع (عدة أفراد مع بعضهم)
١٧٧٦	تقسيم العمل في الصناعة	أدم سميث
١٨٣٢	تقسيم العمل بالمهارة	بأيندج
١٩٠٠	الإدارة العلمية	فريدريك تيلور
١٩٠٠	دراسة الحركة	جلبرت
١٩٠١	فرائط رقابة العمل	جانث
١٩١٥	الحجم الاقتصادي للمخزون	هاريس
١٩٣١	فرائط الاقابة على الجودة	شيوارت
١٩٤٠	بحوث العمليات في الحرب الثانية	بلاكت وغيره
١٩٤٧	البرمجة الخطية	دانتيغ Dantzing
١٩٥٠	البرمجة الرياضية	كوبر وغيره
١٩٥٥	العقول الإلكترونية	كثيرون Cummings and
١٩٦٠	حجم الإنتاج والعمليات	Porter بورتر





## الفصل الرابع

### مداخل دراسة النشاط الإنتاجي

- الأهداف الرئيسية لدخل التحليل الكمي .
- العوامل المؤثرة في التحلي الكمي .
- نماذج التحليل المختلفة .
- مزايا وعيوب التحليل الكمي .
- نموذج تحليل التعادل .



## الفصل الرابع

### مداخل دراسة النشاط الإنتاجى

يصعب على المرء أن يحدد بدقة الفترة الزمنية التى ظهرت فيها قواعد إدارة النشاط الإنتاجى، ولكن الرأى أن الحضارات الأولى فى مصر، والصين، وغيرها كانت لها قواعدها وممارساتها التى استخدمتها لإقامة الحضارات التى اشتهرت بها، وإذا كان من الصعب تحديد الفترة التى ظهرت فيها المبادئ الإدارية والتنظيمية للنشاط الإنتاجى، إلا أن المؤكد أن الدراسة المنظمة لطرق إدارة هذا النشاط قد ارتبطت ارتباطاً وثيقاً بتنمية مداخل الإدارة والتنظيم التى ظهرت مع بداية القرن العشرين، والتى تطورت فيما بعد وأصبحت على ما هى عليه من مكانة علمية وعملية، ومن أكثر هذه المداخل ارتباطاً بالنشاط الإنتاجى المداخل التالية :

- ١- مدخل الإدارة الصناعية .
  - ٢- المدخل الوظيفى .
  - ٣- مدخل الأنظمة .
  - ٤- مدخل التحليل الكمى واتخاذ القرارات .
- وسوف نتناول خصائص المدخل الأخير بشئ من التفصيل.

#### مدخل التحليل الكمى :

ظهر اهتمام متزايد فى السنوات الأخيرة نحو استخدام الكثير من أدوات التحليل الحديثة لدراسة المشاكل المعقدة التركيب فى مجال الإنتاج وقد أطلق على هذه الأدوات، مسميات متعددة مثل بحوث العمليات، البرمجة الخطية أو اتخاذ القرارات رياضياً، ومع تطور استخدام هذه الأدوات وتعدد مسمياتها ظهرت مدرسة علمية متميزة أطلق عليها "مدرسة علم الإدارة" Management school ورغم أن هذه الأدوات لم تتكامل بعد لكى تشكل علماً

مستقلا، إلا أن استخدام الكثير منها فى الواقع قد حقق نتائج ملموسة، فقد حققت بحوث العمليات مثلا الكثير من أهدافها فى السنوات القليلة من عمرها، فقد استخدمت بتوسع لإيجاد حلول للكثير من المشاكل الإنتاجية، وخدمة العملاء، واختيار مواقع المصانع، ومناطق التخزين وغيرها، وبالرغم من أن التعرض لهذه الأدوات لا يتم إلا من خلال نماذج تتخذ شكل علاقات رياضية ورموز، إلا أن ذلك لا يمنع من استعراض جوانبها النظرية، على أن نتعرض بعد ذلك لتطبيق بعض هذه الأدوات على مشاكل محددة .

### **أولا : الأهداف الرئيسية لمدخل التحليل الكمي :**

تتلخص الأهداف الأساسية للتحليل فى اكتشاف الوسيلة التى تظهر وتحدد بوضوح الطرق المنطقية والسليمة للوصول إلى البدائل من التصرفات الممكنة فالاستخدام الصحيح لأدوات التحليل والكفاءة فى تطبيقها يساعد أولا على تفسير العلاقة بين الأهداف الرئيسية المطلوبة، والفروض الموضوعة، واحتمالات تحقيقها، وثانيا، يمكن للتحليل أن يبين إلى أى مدى تتطابق الخطوات الرئيسية للتحليل مع بعضها البعض، ويظهر درجة المنطقية فى تكاملها، وأخيرا فالتحليل يجعلنا نتساءل ما هى حقيقة حاجتنا إلى الحصول على الأهداف الرئيسية، وبذلك ينمى الإدراك ويخلق الفهم الأحسن والأفضل الأحسن والأفضل لسلوك المتغيرات الكمية للنشاط الإنتاجى .

### **ثانيا : العوامل المؤثرة فى التحليل الكمي :**

هناك ثلاثة عوامل مؤثرة فى عملية التحليل وهى : تحديد الهدف، ووضع الفروض، وتقدير المخاطر .

أ -- تحديد الهدف : قبل البدء فى التحليل لابد أولا من تحديد الهدف المطلوب تحقيقه وترتبط أهداف التحليل بالأهداف العامة للمنظمة أو النظام الإنتاجى والتى يفترض أن كل فرد يسعى إلى بلوغها وقد تكون هذه الأهداف واضحة أو غامضة، صريحة أو ضمنية، وفى جميع الأحوال لابد

من محاولة إظهارها وتحليلها وتخليصها من التضارب، ثم الاسترشاد بها في البحث والتحليل قبل استخدامها كمعايير في اتخاذ القرارات .

ب- وضع الفروض : وهى من الخطوات الضرورية للبحث عن الحقائق واختبارها والتحقق من قبولها، وفى مجال الإنتاج لابد من وضع الفروض عن ظروف البيئة المحيطة والقوى التى يحتمل التعامل معها، ويتضمن ذلك وضع فروض معقولة عن إمكانيات وسلوك الأفراد والتنظيم ثم التحقق من وجودها وسلامتها .

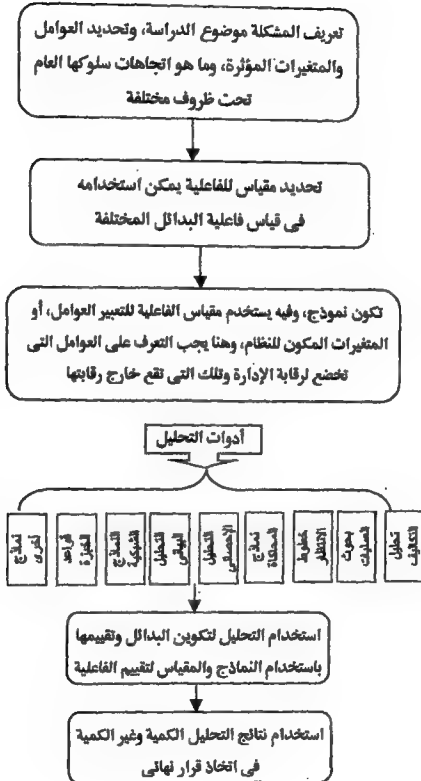
ج- مواجهة المخاطر : أن المخاطر موجودة فى كل عمل أو قرار يتخذه رجال الإنتاج، ولكن المهم هو النظر إلى هذه المخاطر من زاويتين : الأولى هى التقييم وتحديد درجة أو احتمال تحقق هذه المخاطر، والثانية هى التحكم والاستعداد لمواجهتها، والتعامل مع بيئة النشاط الإنتاجى دائما تحفه المخاطر وتخفض درجة المخاطر بتحسين عمليات التنبؤ بالمستقبل وكلما كان المدى الزمنى للتنبؤ طويلا، كلما انخفضت الدقة فى التنبؤ، وتزايد احتمال الفشل فى مواجهة المخاطر .

### ثالثا : نماذج التحليل المختلفة :

هناك العديد من الأدوات التى يمكن أن تستخدم لتحليل المشاكل الإنتاجية ودراسة مكوناتها، وهذه الأدوات ليست نماذج مثالية يمكن تطبيقها كما هى على كل حالة للوصول إلى حلول للمشاكل المعروضة، ولكنها تتضمن عموميات يمكن تطويرها لكى تتناسب مع الظروف السائدة، وبالتالي يمكن تطبيقها على أكبر عدد ممكن من الحالات .

وبين الشكل رقم (٢-١) الإطار العام لتحليل الأنشطة الإنتاجية، وفيه يظهر مكان أدوات التحليل المختلفة بين الخطوات المكونة لهذا الإطار .

شكل رقم (٢-١)



## مزايا وعيوب مدخل التحليل الكمي :

بعد استعراض نماذج التحليل المختلفة، من المستحسن أن نحدد المزايا التي تقدمها هذه النماذج، والخدمات التي تساهم بها في الوصول إلى الإدارة الجيدة أو بمعنى آخر، ما يتوقعه الإداريون من استخدام هذه النماذج، ومدى مساهمتها في الوصول إلى الأهداف النهائية.

أن مزايا استخدام نماذج التحليل يمكن ذكرها فيما يلي :

١- يمكن لهذه النتائج أن تساعد الإداري على أن يرى ويفهم مشاكل الإنتاج بطريقة سهلة ميسرة، فالحياة العملية تتضمن متغيرات اقتصادية وتكنولوجية معقدة، تجعل من الصعب على الإدارة أن يلم بكل كبيرة وصغيرة في مجالات عمله، ولذلك فه يحتاج إلى أداة تمكنه من الإحاطة بتفاصيل الأعمال أثناء علاجه للمشاكل، وقد كانت المحاسبة هي الأداة الأقدم والأكثر نجاحا في هذا المجال، ولكن المحاسبة كأداة تستخدم لأغراض خاصة ولها فوائد محددة ورغم أن أدوات التحليل الحديثة لها أغراض مشابهة، إلا أن لها مزايا لا يمكن للنظام المحاسبي التقليدي أن يفي بها، فالأدوات الحديثة لبحوث العمليات، والتحليل الإحصائي .. الخ، تمكن الإداري من أن يفهم المتغيرات والمشاكل الإنتاجية بطريقة عامة وشاملة، فهي تضع أمام الإداري العوامل الخارجية التي تؤثر في المشروع وتربطها بالعوامل الداخلية، وبذلك يستطيع أن يتخذ من الإجراءات ما يفي بالاحتياجات اللازمة لبلوغ الأهداف .

٢- توضح هذه النماذج البدائل من الحلول الممكنة في المجال المعين، فمعرفة البدائل من التصرفات، والمخاطر التي يتضمنها كل بديل، من أهم العوامل عند اتخاذ القرارات، والتفكير المتزن العميق يساعد الإداري على تحديد البدائل، ورؤية الأشياء من الزوايا المتعددة كما وأنها تجعل من الممكن الوصول إلى الأهداف المرجوة باستخدام طرق مختلفة، ونماذج التحليل

الحديثة تقدم للإدارة وسيلة لتفهم ورؤية هذه البدائل والتي يتضمنها كل خطة جديدة للعمل .

٣- .توضح هذه النماذج المخاطرة التي توجد في كل قرار كاو خطة للعمل، كما تبين القروض التي يتضمنها كل أسلوب والمجهود والموارد اللازمة لضمان الناجح، وبإيجاز فإن هذه الأدوات تحدد للإدارى الموضوعات التي يجب أن يبحثها قبل أن يتخذ القرارات .

٤- تستطيع هذه النماذج أن تحدد المقاييس المناسبة للقرارات فى المجالات المختلفة، ورغم أن المحاسبة بمفهومها الجامد تقدم أحد المقاييس التقليدية للإدارة، إلا أنها كأداة تشوبها الكثير من العيوب، فالمحاسب يفترض أن قيمة النقود ثابتة، بالرغم من اختلاف قوتها الشرائية من وقت لآخر، ويستخدم لمحاسب عادة النقود كقياس لكل شئ، وهذا المقياس لا يصلح للاستخدام فى بعض المجالات، فعندما نعالج مشاكل إنتاجية كجودة الإنتاج أو أبحاث السلعة أو العلاقات الصناعية، فلا بد من استخدام مقاييس أخرى بخلاف النقود .

كذلك يفترض المحاسب التقليدى أن السنة المالية هى الفترة السليمة للقياس، ولكن السنة المالية عرفية وبعيدة عن واقع النشاط التجارى والصناعى، ولذلك من الضرورى البحث عن بديل أفضل للقياس، فالتوسع فى استخدام الآلية أثار مشاكل جديدة من أهمها مشكلة القياس ففى مصنع إلى مثلا نجد أن تكلفة الوحدة كما يراها المحاسبون التقليديون ليست نافعة لأن العوامل العامة فى هذه الحالة تتوقف على الوقت المستنفذ فى الإنتاج مقاسا بعدد الوحدات المنتجة والمباعة .

وفى هذا المجال تستخدم نماذج التحليل لتعريف وتحديد المقاييس اللازمة فى مجال الإنتاج، فيمكنها أن تحدد المعيار الذى يستخدم لقياس كل بديل من البدائل المطروحة، فالوقت المستنفذ فى قرار معين أو نشاط معين يجب أن يقاس وتحدد أبعاده، والأدوات الحديثة للإدارة المقياس المناسب أو



الملائم لمجالات معينة مثل الأبحاث والجودة والأفراد وغيرها من المجالات التي لها أثر كبير على المصروفات والأرباح في معظم المنظمات الصناعية .

٥- تستطيع التحليل الحديثة للإدارة أن تساعد المديرين على تحديد الأفراد المتأثرين بقرار معين، أو بمعنى آخر تحديد من الذى يجب أن يعلم بالقرارات ومن الذى يجب أن تكون لديه التعليمات، ومتى يجب أن تكون لديه، وبأى الأشكال فيمكن لهذه الأدوات مثلا أن تساهم فى معالجة مشكلة الاتصال، وخاصة الاتصال بين المستويات الإدارية .

### نموذج تحليل التعادل :

أن أول النماذج التى يستخدمها رجال الإنتاج فى التحليل هو تحليل التعادل وهو أحد صور تحليل التكاليف .

فما هو تحليل التعادل ؟

وما هى استخداماته ؟

وما هى حدود استخداماته ؟

وكيف يمكن أثباته ؟

وما هى أنواعه ؟

وما هى مجالات التطبيق من خلال بعض الأمثلة .

١- تحليل التعادل هو أسلوب يعتمد على دراسة سلوك عناصر التكاليف

المختلفة فى الوصول إلى تحليل للمشكلات الإنتاجية وتكوين البدائل

وتحديد طرق حلها .

٢- ويفترض تحليل التعادل توافر مجموعات من الشروط حتى يمكن استخدامه

وهى :

أ - وجود سلعة واحدة .

ب- وجود علاقة خطية .

ج- دقة التنبؤات عن الإيرادات والمصروفات .

د - ثبات مستويات الأسعار من فترة إلى أخرى .

٣- وتستخدم نماذج تحليل التعادل :

لتحديد الكمية .

وتحديد الطاقة .

وتحديد الإنتاج .

٤- أن تحليل التعادل هو نموذج للأرباح فكيف يمكن إثباته ، استخدامه ؟  
إثباته :

المعروف أن الربح هو دالة لربح الوحدة  $\times$  الكمية المنتجة والمباعة .

ولكن هناك علاقة بين الربح والإيرادات الكلية والتكاليف الكلية .

فالربح = الإيرادات الكلية - التكاليف الكلية .

ولتحديد الربح تقوم ببناء نماذج فرعية كل من :

الإيرادات الكلية وهي = السعر  $\times$  الكمية (١)

والتكاليف الكلية وهي = التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة (٢)

• الربح = (١) - (٢)

فإذا فرضنا أن :

ر = الربح .

س = السعر .

ك = الكمية .

م = التكاليف المتغيرة للوحدة .

ث = التكاليف الثابتة .

إذن :

ر = س  $\times$  ك - (ث + م  $\times$  ك)

ر = س ك - ث - م ك

إذن عندما يكون الربح صفر أى ر = صفر

فإن :

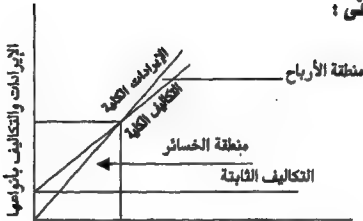
$$ث = س \cdot ك - م \cdot ك$$

أى أن :

$$ث = ك (س - م)$$

$$\frac{ث}{س - م} = ك$$

الإثبات البياني :



حجم الإنتاج والمبيعات

ويمكن استخدام هذه العلاقة فى الوصول إلى :

١- نقطة التعادل (أو حجم التعادل) أو (حجم الإنتاج) أى النقطة التى تساوى

فيها الإيرادات مع التكاليف، وعندها لا تحقق المنشأة ربحاً أو خسارة

وتستخدم فى ذلك المعادلة التالية :

$$ك = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{سعر البيع للوحدة} - \text{التكلفة المتغيرة للوحدة}}$$

نقطة التعادل بالقيم :

$$ر = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{إجمالى التكاليف المتغيرة للمبيعات} - \text{إجمالى المبيعات}}$$

إذا أرادت شركة أن تحدد حجم التعادل بالقيم، وتوافرت لها

المعلومات التالية :

حجم المبيعات	قيمة المبيعات سعر ١٠ وحدة نقدية	التكاليف الثابتة	التكاليف المتغيرة للوحة سعر ٥ وحدة نقدية	الربح أو الخسارة
١٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٥٠٠	٥٠٠
١٥٠	١٥٠٠	١٠٠٠	٧٥٠	٢٥٠
٢٠٠	٢٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	صفر
٢٥٠	٢٥٠٠	١٠٠٠	١٢٥٠	٢٥٠

فما هي قيمة التعادل :

الحل :

$$\text{نقطة التعادل بالقيمة عند } ٢٠٠ \text{ وحدة} = \frac{١٠٠٠}{\frac{١}{٢}} = \frac{١٠٠٠}{\frac{١}{٢} - ١} = \frac{١٠٠٠}{\frac{١٠٠٠}{٢٠٠٠}}$$

مثال (١) نقطة التعادل بالوحدات :

إذا فرضنا أن التكاليف الثابتة لمشروع جديد قدرت بحوالى ٦٠٠,٠٠٠

جنيه وسعر بيع الوحدة المنتجة يقدر بحوالى ٢٠٠ جنيه والتكلفة المتغيرة

للوحة ١٢٠ جنيه، فالمطلوب تحديد حجم الإنتاج عند نقطة التعادل .

الحل :

$$\text{ك} = \frac{٦٠٠,٠٠٠}{١٢٠ - ٢٠٠} = ٧٥٠٠ \text{ وحدة}$$

مثال (٢) نسبة الطاقة المستغلة عند نقطة التعادل :

بافتراض أن الطاقة الكلية فى المنشأة السابق الإشارة إليها هى ٢٥,٠٠٠

وحدة، فما هى نسبة الطاقة المستغلة عند نقطة التعادل ؟

وتستخدم فى ذلك المعادلة التالية :

$$س = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{الطاقة الكلية (سعر بيع الوحدة - التكلفة المتغيرة للوحدة)}}$$

ويكون الحل كالتالى :

$$\frac{٦٠٠,٠٠٠}{(١٢٠ - ٢٠٠)} = ٢٥,٠٠٠$$

$$\%٣٠ = \frac{٦٠٠,٠٠٠}{٨٠ \times ٢٥,٠٠٠} =$$

مثال (٣) استخدام تحليل التعادل لتحديد حجم الإنتاج الذى يحقق

مستوى معين من الربح :

وذلك باستخدام المعادلة التالية :

$$\frac{ر + ك}{هـ} = ن$$

$$\frac{\text{الربح المطلوب} + \text{التكلفة الثابتة}}{\text{مساهمة الوحدة فى الربح}} = \text{أى}$$

**مثال :**

إذا فرضنا أن التكلفة الثابتة فى منشأة ما هى ١٠,٠٠٠ جنيه وكانت

الوحدة المنتجة تباع بـ ٣٠ جنيه وأن التكاليف المتغيرة كانت ١,٥ عمل مباشر،

٢ جنيه مواد ومصاريف مباشرة وترغب المنشأة تحقيق ربح قدرة ٣٠٠٠

جنيه، فإن حجم الإنتاج المطلوب هو كالتالى :

$$\text{وحدة } ١٣٠٠٠ = \frac{٣٠٠٠ + ١٠,٠٠٠}{(٣ - ١,٥)}$$

٤- كذلك يمكن تحديد الكمية باستخدام المدخل المحاسبى، أى الأخذ فى

الاعتبار .

مخزون آخر المدة وكذلك مخزون أول المدة .

وذلك باستخدام المعادلة التالية :

$$\frac{\text{المبيعات} + \text{مخزون آخر المدة} - \text{مخزون أول المدة}}{\text{الفترة الزمنية}} \\ \frac{١٥ + ٢٥ + ١٥}{٤}$$

مثال :

يقوم مصنع بإنتاج سلعة معينة، وكان حجم المبيعات المتوقع خلال الفترة القادمة (شهر مثلا) هو ١٠٠,٠٠٠ وحدة وكان رصيد أول المدة من هذه السلعة هو ٦٠,٠٠٠ وحدة ورصيد آخر المدة الواجب الاحتفاظ به هو ٨٠,٠٠٠ وحدة مع العلم بأن الفترة الإنتاجية تنقسم إلى ٤ فترات، والمطلوب تحديد الكمية المطلوب إنتاجها في كل فترة .

الحل :

$$\text{وحدة } ٣٠٠٠٠ = \frac{١٢٠٠٠٠}{٤} = \frac{٦٠,٠٠٠ - ٨٠,٠٠٠ + ١٠٠,٠٠٠}{٤}$$

## الفصل الخامس

### اختيار الموقع

- ◀ عوامل اختيار الموقع .
- ◀ العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل.
- ◀ تقييم العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل .
- ◀ اختيار الموقع باستخدام نموذج التعادل .
- ◀ اختيار الموقع (٢) تعدد المواقع .
- ◀ أمثلة محلولة .





## الفصل الخامس

### اختيار الموقع

يعتبر تحديد واختيار الموقع من أهم الموضوعات التي شغلت تفكير المهتمين بالإنتاج، فقد بذلت جهود عديدة في هذا المجال حتى يمكن التوصل إلى نظرية عامة تكون أساسا لاختيار العوامل الرئيسية التي يسترشد بها رجال الأعمال عند اختيارهم لمواقع منظماتهم، ورغم هذا لم تصل هذه الجهود إلى وضع نظرية للتوطن يقبلها المشتغلون بالنشاط الإنتاجي قبولاً عاماً.

وتأتى صعوبة استخدام قواعد عامة للتوطن الإنتاجي من أن توطن الإنتاج يكون غالباً نتيجة لتوازن عدة عوامل بحيث نجد أن عاملاً أو مجموعة عوامل هي الأقوى بالنسبة لنشاط معين أو فى وقت معين أو مكان معين، بينما عاملاً آخر هو الأقوى بالنسبة لنشاط آخر أو وقت آخر أو مكان آخر، فقيام النشاط فى منطقة من المناطق إنما يمثل ترجيح لمجموعة من العوامل على مجموعة أخرى.

أن الاتجاه الغالب الذى يسود بين الباحثين فى موضوع تحديد العوامل الأساسية لاختيار مواقع العمل هو القيام بمعالجة العوامل التى أدت إلى جذب الصناعة إلى منطقة ما لأسباب شخصية أو تاريخية .

والواقع أن رجال الصناعة والمنظمين وأصحاب الأعمال عند اختيارهم للموقع المعين يتأثرون بعوامل عديدة محيطة بهم، ولكن عندما يميلون نحو الاسترشاد بالهدف الرئيسى من إقامة منظماتهم ورغم هذا نجد أنهم فى بعض الأحيان يتنازلون عن بعض هذه الأهداف للاستفادة بأهداف أخرى، وعلى هذا يمكن إنه إذا توافرت لدى رجل الأعمال حرية اختيار الموقع فإنه سوف يتأثر بناحيتين :

١- الهدف من إنشاء المنظمة وغالبا ما يكون الهدف هو تحقيق أقصى قدر من الربح .

٢- عوامل أخرى عامة أو خاصة ، تدفع رجل الأعمال إلى التخلي عن هدفه ، بحيث يفضل إقامة في غير المكان الاقتصادي المناسب لها .

أن صعوبة الوصول إلى الأسباب الحقيقية التى دفعت رجال الأعمال لاختيار المواقع الحالية لصناعاتهم، ترجع إلى عدة أسباب هى :

أ - أن اختيار الموقع فى الماضى لم يكن بناء على دراسة تفصيلية لترجيح بعض المواقع على بعضها الآخر .

ب- أن القرار النهائى بعدد من الاعتبارات الشخصية.

ج- عدم توافر المعلومات الكافية القرار السليم لاختيار الموقع .

ومما يجدر ذكره أن العوامل التى كانت تعد فى الماضى عوامل هامة لجذب الصناعة إلى مكان معين ، ليست اليوم قادرة على جذب الصناعات إلى نفس المكان ، كما وأن العوامل التى تجذب الصناعة اليوم إلى منطقة ما ، قد لا تكون ذات أهمية فى المستقبل ، ولعل هذا يرجع إلى التغير الذى يؤثر على العديد من جوانب الحياة الإنسانية وكذلك التطور التكنولوجى والعلمى وما يصاحبهما من ارتفاع مستويات المعيشة وتغيير الإنسان إلى احتياجاته ومطالبه .

لقد أصبح واضحا أن الدول تلعب فى هذه الأيام دورا كبيرا فى توجيه الصناعات إلى المناطق المختلفة فالدولة فى تقوم بنفسها بإنشاء الصناعات واختيار البيئة الإنتاجية طبقا للأسس والعوامل التى تحددها ، كما يمكنها عن طريق سن القوانين والتشريعات ، واستخدام سلطتها السيادية ، وبالإحياء إلى البنوك والمؤسسات المالية لتمويل بعض المشروعات وغير ذلك ، يمكنها أن توجه الصناعات إلى المناطق التى تريدها .

## عوامل اختيار الموقع

نوجد عدة تقسيمات فى كتب إدارة الإنتاج حول عوامل التوطن

الصناعى نذكر ما فيما يلى :

### أ - المادة الخام :

من الطبيعى أن تستجيب الصناعة إلى المناطق التى تتوافر فيها المادة الخام الرئيسية التى تستخدمها، ولكن تختلف الصناعات الحديثة اختلافا كبيرا فى درجة الاستجابة، فالصناعة التى تعتمد على كميات كبيرة من المادة الخام المنخفضة القيمة بالنسبة لحجمها مثل صناعة الأسمنت وصناعة الأسمدة وصناعة الحديد، مثل هذه الصناعات تفضل توطنها بالقرب من مناطق المواد الخام، ويرجع السبب فى ذلك إلى أن المادة الخام المستخدمة ينخفض وزنها كثيرا بعد تصنيعها .

وتتصف الصناعة التى تتأثر بتوافر المادة الخام بالخصائص الآتية :

- ١- أن الأهمية النسبية للمادة الخام إلى العمال تكون مرتفعة .
  - ٢- أن نسبة تكاليف العمل إلى التكاليف الكلية تكون منخفضة .
  - ٣- أن القيمة النسبية للمادة الخام منخفضة بالنسبة لوزنها.
- وعادة ما تمثل تكلفة المواد نسبة كبيرة من مجموع تكلفة الإنتاج تفوق نسبة تكاليف عنصر العمل وتكلفة الخدمات الصناعية الأخرى من وقود وقوى محركة وإضاءة. لذلك فمن الطبيعى أن تلعب المواد الخام دورا هاما ومؤثرا فى توطن الصناعة وأن اختلفت درجة الأهمية هذه من صناعة لأخرى على حسب طبيعة الصناعة وأهمية المواد الخام بالنسبة لها، وتتوقف أهمية تكلفة المواد الخام - عند دراسة العناصر المحددة لموقع المصنع - على نسبة نفقات نقل المواد الأولية، ولهذا السبب فإن تطور وسائل النقل سواء البرى أو المائى أو بالسكك الحديدية له أثره فى تخفيض أهمية عامل تكلفة نقل المواد الخام للصناعة عامة باستثناء الصناعة التى تعتمد على كميات كبيرة من المواد الخام

أو حيث تكون الخامات ضخمة أو ثقيلة ومن أمثلة هذه الصناعات مصانع السكر القريبة من مزارع القصب، ومصانع حلج وكبس القطن القريبة من مزارعه، والصناعات الحديدية وصناعة الأسمنت والزجاج التى تتوطن بالقرب من مصادر الخامات حيث تحتاج إلى كميات كبيرة منها.

### (ب) الأيدي العاملة :

وهو ذلك الجزء من السكان الذى يستطيع أن يشارك بمجهود العضلى أو ذهنى فى النشاط الاقتصادى ويعتبر وفرة هذا الجزء من السكان من أهم العوامل التى تؤثر فى توطن الصناعة خاصة فى الدول النامية، والواقع أن سياسية التصنيع فى هذه الدول تسعى نحو إنشاء الصناعات فى المناطق التى تعاني من البطالة .

ولكن التأثير الاقتصادى لتوافر القوى العاملة يعود إلى التكاليف، إذ أن الحاجة إلى نوعية معينة من العمال يجذب أنواعا معينة من الصناعة إلى المناطق التى يتواجد فيها الإمداد اللازمة من العمال بمستوى المهارة المطلوبة وعند مستويات الأجور اللازمة ومن أمثلة المنظمات التى تعتمد على القوة العاملة صناعة تعبئة الخضر والفاكهة حيث تحتاج مثل هذه المنظمات إلى قوة عاملة موسمية كبيرة .

### ج- الأسواق :

أن القرب من الأسواق يعد عاملا أساسيا يؤثر على نجاح الصناعة، فلا بد للصناعة أن تقوم بتصريف إنتاجها، سواء أكان هذا التصريف فى الأسواق الداخلية للمستهلك المحلى، أم كان التصريف للأسواق الخارجية عن طريق التصدير، فالسلع والخدمات يتم إنتاجها بغرض تسويقها، فإذا توافرت كل الظروف الملائمة للإنتاج ولم تستطع المنظمة تصريف المنظمة تصريف منتجاتها فليس من المحتمل أن تتمكن من الاستمرار فى نشاطها.

وبعض المنظمات لها أسواق محلية والبعض الآخر له أسواقا دولية، وتختلف الأسواق من ناحية عدد السكان وقوتهم الشرائية ومستوى دخولهم وثقافتهم والعادات التي يتأثرون بها ومن الصناعات التي ترتبط ارتباطا وثيقا بأسواقها ما يأتي :

١- المنظمات التي تتعامل في المنتجات التي تتلف سريعا .

٢- المنظمات التي تنتج سلعا يزيد وزنها وحجمها بعد تصنيعها .

وقد تختلف أسواق السلع الزراعية عن أسواق الكثير من السلع الصناعية، كما يختلف معدل الاستهلاك من مكان إلى آخر، كما تختلف الأسواق كذلك باختلاف طبيعة الصناعة إذ أنه كلما كانت الصناعة شديدة التعقيد كلما كانت مجالات التسويق أكثر ضيقا، فصناعة الآلات المحركة، وصناعة الآلات الصناعية مثلا لا يمكن أن تكون أسواقها بنفس اتساع أسواق صناعة المنسوجات الأخرية التي تنخفض فيها نسبيا وحدة الإنتاج وتحتاج إلى كثافة سكانية كبيرة .

والسلع البسيطة في صناعتها عادة ما تكون من السلع الضرورية التي تجعل المستهلك يلح في البحث عنها، مما يجعل مشكلة التسويق بالنسبة لها عليّة بسيطة كما يجعل في الإمكان صناعتها في أي مكان، مادام هناك عدد معقول من السكان على استعداد لاستهلاكها، وما دامت الظروف مواتية لتسويقها، ولكن السلع المعقدة عادة ما يمثل تصريفها مشكلة بالنسبة للمنتجين، خاصة وأنها ليست سلعا استهلاكية استبدالها من وقت لآخر، ولذلك فغالبا ما تعتمد صناعتها على تحسين أشكالها أو زيادة طاقتها أو تغيير حجمها لاعتماد هذه الصناعة اعتماد تام على سوق ضيقة إلى حد كبير .

#### د) رأس المال :

تستخدم المنظمات الحديثة آلات ومحركات مرتفعة التكلفة ومثل هذه الآلات، وكذلك قيمة الأرض والمباني والإنشاءات الأخرى، وتكلفة الوقود والمواد الخام وأجور العمال كلها تتطلب توافر قدرا كبيرا من رأس المال السائل، ومعنى ذلك ضرورة أن يتوافر رأس المال للإنشاءات الجديدة والنفقات الجارية ويتراكم رأس المال عن طريق الادخار، والادخار ينتج عن الفرق بين مجموع الدخل ومجموعة الإنفاق أو الفرق بين مجموع الإنفاق أو الفرق بين مجموع الإنتاج ومجموع الاستهلاك ويمكن تحقيق هذا الادخار بزيادة الإنتاج أو تخفيض معدلات الاستهلاك أو بالاثنتين معا، وعلى كل حال فلا بد من توافر رأس المال للاستثمار في الصناعة. وهناك تداخل واتصال وثيق بين الدخل والاستثمار في الصناعة، فكلما زاد الدخل كلما زادت القدرة على الادخار وتزايد رأس المال المستثمر في الصناعة سواء من ناحية الكمية المطلوبة أو من ناحية النوع، ومن ناحية أخرى كلما زاد رأس المال المستثمر في الصناعة وغيرها من المشروعات الإنتاجية كلما زاد الادخار وساعد على زيادة رأس المال.

: أن توافر رأس المال كان له أثر كبير على توطن الصناعة في الماضي، حيث كان يستخدم بواسطة الدول كأداة من أدوات التأثير على توطن الصناعة في مناطق معينة، ولكن رأس المال لا يرتبط عادة بمناطق معينة ويمكن له التحرك من مكان إلى آخر سعيا وراء العائد المجرى ومع هذا فهناك بعض الشواهد التي تجذب الصناعة إلى المناطق التي تستطيع فيها أن تكون قريبة من الأوصية الادخارية الأولية، فالمعروف أن سكان المدة يميلون إلى استثمار أموالهم في الصناعة بصورة تزيد عن سكان الريف. وقد يكون من المناسب إقامة المشروعات في المناطق التي يمكن لأصحابها الحقيقيين مساندتها في وقت الحاجة، لذلك تفضل بعض المنظمات التواجد قريبا من مراكز الاستثمار وتجمع رؤوس الأموال .

## هـ) الوقود والقوى المحركة :

تعتبر موارد الطاقة الحرارية والقوى المحركة عصب الصناعات التحويلية الحديثة فالكثير من الصناعات تقوم أساسا على استغلال قوى البخار فى إدارة الآلات وتختلف حاجة الصناعات التحويلية من موارد الطاقة تبعا لتوفير هذه الموارد وتبعا لتكاليف استغلالها وتبعا لحاجة الصناعات نفسها، ففى بعض الصناعات حيث تصهر المعادن والخامات الأساسية يتزايد الطلب على الطاقة الحرارية، أما فى بعضها الآخر - كصناعة النسيج - فالقوى المحركة ليست على نفس درجة الأهمية، وفى بعضها الثالث - كصناعة الأسمدة الأزوتية والألمنيوم - يتزايد الطلب على الكهرباء لعمليات التحليل الكهربائى، ولأشك أن التطور الفنى قد ساعد على الإقلال من كميات الوقود اللازمة، كما أمكن إحلال مادة محل أخرى، وبالرغم من ذلك فإن الوقود والقوى المحركة مازالت تمثلا عاملا هاما فى اختيار موقع العمل للكثير من المنظمات.

## و) العوامل الاستراتيجية :

أصبحت الآن الاعتبارات السياسية والعسكرية لها دورها وأهميتها فى تحديد مواطن الصناعات، وخاصة الحيوية منها مثل صناعات الكيماويات والسيارات والطائرات .

فى الظروف التى يشهد فيها العالم التكتلات السياسية والاقتصادية يكون من الواجب أخذ الاعتبارات الاستراتيجية فى الحسبان عند اختيار مواقع الصناعة .

وبصفة عامة تتطلب الاعتبارات السياسية والعسكرية ضرورة توزيع الصناعات الحيوية على مناطق بعيدة، أى تشتيت الصناعات الأساسية وعدم تركزها .

## ز) العوامل الاجتماعية :

هناك مجموعة من المنظمات التى حددت مواقعها وفقا للعوامل الاجتماعية مثل مستويات المعيشة لسكان المناطق الفقيرة، وتشغيل أكبر عدد ممكن من العمال، وتصنيع مناطق الإصلاح الزراعى والتى بها إنتاج حيوانى أو صناعة الألبان، ومن المنظمات التى استهدف رفع مستويات المعيشة لسكان المناطق الفقيرة مشروعات تجفيف وتصنيع البلح وصناعة حفظ الزيتون وإنتاج الموالح والسجاد وكذلك مصانع غزل الصوف الرفيع والتريكو .  
وهناك خدمات اجتماعية من شأنها المساعدة على ربط العمال بالمنطقة

الصناعة وزيادة ولائهم لها منها :

- أ - توفير السكن الصحى المناسب .
- ب- توفير الأندية ودور السينما ووسائل الترفيه .
- ج- توفير دور العلم والمدارس .
- د - توفير المستشفيات والعلاج الطبى للعاملين وأسرهـم.

## العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل :

يمكن أن نستخلص من التسميات السابقة عددا من العوامل الكمية وعددا من العوامل الذاتية تستخدم لاختيار الموقع وهى :

- ١- عوامل المكان .
- ٢- عوامل التكلفة .
- ٣- عوامل الخدمة .
- ٤- عوامل الموارد .
- ٥- عوامل أخرى.

## أولا : عوامل المكان :

وتتضمن المجموعة الأولى القرب أو البعد عن الأسواق، فقرب الموقع من الأسواق التى تتعامل معها المنظمة يساعد على إعطاء المستهلكين خدمات



أفضل، وعلى تخفيض تكاليف نقل السلع والخدمات ويتوقف تأثير عامل الأسواق على درجة تركّز أو تشتت المستهلكين فالمنظمة التي يتركز عملائها في مكان واحد، قد نجد من المناسب تركيز عملياتها في موقع واحد، أما المنظمات التي يشتت عملائها في مناطق عديدة، فقد تجد من الضروري اختيار أكثر من موقع واحد لعملياتها الصناعية .

كما تتضمن هذه المجموعة القرب أو البعد من الصناعة المرتبطة بها بعض المنظمات تعتمد في عملياتها الصناعية على إنتاج غيرها من المنظمات مثل صناعة الحديد وسنجم الفحم أو صناعة الحديد وصناعة السيارات — فاختيار الموقع قريبا من الصناعات الأخرى يسمح لها بتخفيض تكاليف نقل مستلزمات الإنتاج أو قطع الغيار أو الاستفادة من القوالب النسبية التي تتمتع بها هذه الصناعة.

كما ترى بعض المنظمات اختيار مواقع الإنتاج الجديدة بالقرب من المواقع القديمة، لأن هذا اختيار يسمح بتسهيل التبادل بينها ويساعد على أحكام عملية الإشراف ويخفض من تكاليف النقل.

كما تتضمن عوامل المكان تجنب الكوارث الطبيعية وغير الطبيعية، فمن الأمور ذات الأهمية اختيار الموقع بعيداً عن مناطق الفيضانات أو الهزات الأرضية أو العواصف الطبيعية، وفي الصناعات الحربية أو الصناعات الخطرة فقد يكون من الضروري اختيار موقع المصنع بعيداً عن التجمعات السكانية أو المدن أو الصناعات الأخرى حتى لا تتعرض هذه المناطق وهذه الصناعات إلى مخاطر التدمير أو التلوث .

كما تتضمن هذه المجموعة صلاحية الأرض، فبعض الأراضي قد لا تكون صالحة لإقامة المباني أو لا تتحمل الآلات، خاصة تلك التي تصدر اهتزازات أثناء تشغيلها، وبعض الأراضي قد تحتاج إلى أساسات عميقة بسبب وجودها فوق ارتفاع منسوب المياه، أو لقربها من مجارى المياه .

## ثانيا : عوامل التكلفة :

أن أول هذه العوامل هو تكلفة المرافق، فقد يكون من الضروري توفير مصادر للمياه أو شبكات الصرف الصحي أو الطرق فى صناعة مثل صناعة الورق، والمطاط، لابد من احتساب تكلفة توفير المياه التى تستخدم مباشرة فى عملياتها الصناعية، فإذا لم تكن مصادر المياه متوافرة مثل الأنهار أو البحار فلابد فى هذه الحالة من احتساب تكلفة إقامة مثل هذه المرافق، وقد تحتاج المنظمة إلى شبكة للصرف الصحي كما هو الحال فى شركات الكيماويات والورق والأدوية، لأن هذه الصناعات تواجه مشكلة التخلص من المخلفات الناتجة من العمليات الصناعية، ويدخل فى حساب هذه التكلفة إنشاء الطرق التى تستخدمها، والتى تساعد على نقل المواد الخام إلى المصنع، ونقل المنتجات النهائية إلى الأسواق، كما أن وجود هذه الطرق يساعد على توفير المواصلات المنظمة للقوة العاملة .

أن العامل الثانى فى هذه المجموعة هو تكاليف الإنشاءات والمباني وتتوقف هذه التكلفة على المبنى والساحة والارتفاع المطلوبة لإقامة المصنع، وعلى طبيعة الأرض - زراعية أو صحراوية - ومستواها بالنسبة لسطح البحر، والعنق المطلوب للأساس، ومواقع المعدات والتحمل المنتظر على الأرض، ونظام توزيع الكهرباء والماء والصرف والبخار والإضاءة والتهوية والتكييف والترطيب الخ ..

والعامل الثالث فى هذه المجموعة هو تكلفة الطاقة، فالطاقة أصبحت من المستلزمات الرئيسية لجميع المنظمات فى الوقت الحاضر، ويتوقف اختيار الموقع على تكلفة شبكة الكهرباء اللازمة لإدارة الآلات والمحركات وتتزايد هذه التكلفة فى الصناعة التى تكون بعيدة عن الشبكة الرئيسية للكهرباء، وفى هذه الحالة قد تحتاج إلى إقامة لتوليد الكهرباء تزودها بالطاقة اللازمة، وحتى الضرورى إنشاء وحدة خاصة بها لاستخدامها فى حالة الطوارئ، وتظهر أهمية

وجود هذه الوحدة فى الصناعات التى تتعرض لمشاكل تجمعد المواد أثناء تشغيلها  
مصل صناعة الحرير الصناعة والبلاستيك ومشتقاته .

أن العامل الرابع فى هذه المجموعة هو الضرائب التى تفرضها الحكومة  
فى بعض الدول كالولايات المتحدة تختلف فئات الضرائب بين الولايات وتمثل  
عنصرا هاما فى تكاليف اختيار الموقع ، وفى الوقت الحاضر تزايدت أهمية هذا  
العامل بسبب اختلاف الضرائب بين الدول ، إذ تلجأ بعض الشركات المتعددة  
الجنسية إلى اختيار مواقعها فى تلك الدول التى تقدم إعفاءات ضريبية كوسيلة  
من وسائل جذب رأس المال الأجنبى إليها.

### ثالثا : عوامل الموارد :

أن العامل الأولى فى هذه المجموعة هو القوة العاملة ، فمن الضروري أن  
يلقى توافر القوة العاملة أهمية خاصة عند اختيار الموقع ، فبعض المناطق تتوفر  
فيها القوة العاملة المدربة ، بينما البعض الآخر يفتقر إلى وجود العدد الكافى من  
العمال المدربين على عمليات الإنتاج ، وقد يمكن التغلب على هذه المشكلة باتباع  
أساليب التدريب لتأهيل العمال لتنفق قدراتهم مع عمليات المنطقة ، وفى هذه  
الحالة لابد أن تؤخذ فى الاعتبار تكاليف هذا التدريب عند المقارنة بين المناطق  
المختلفة ، كما يجب القيام بدراسة سوق العمل للتأكد من توافر الأفراد فى  
المستقبل عندما تتوسع المنظمة .

ويعتبر مستويات الأجور عاملا هاما فى اختيار الموقع ، لأن بعض  
المناطق تتميز ببعض المميزات الاجتماعية ، والإسكانية ، والطبيعية ، والبعض  
الآخر يفتقر إلى وجود مثل هذه الميزات مما يجعل الحياة فيها غير مناسبة  
ويؤثر بالتالى على القوة العاملة.

أن تحديد مستويات جاذبة للأجور ، لابد أن يرتبط بتكاليف المعيشة  
فى المدن تختلف عن تكاليف المعيشة فى الريف ، لذلك نجد أن الاتجاه نحو  
اختيار مواقع الصناعة فى المناطق الريفية ، وذلك للاستفادة من انخفاض

تكاليف العمل، كما ترى بعض المنظمات اختيار مواقعها بعيدا عن المناطق التى بها اتحادات عمال قوية، لما لذلك من أثر على العلاقات الصناعية بين الإدارة والعمال.

أن العامل الثانى فى هذه المجموعة هو المواد الأولية التى تحتاجها العمليات التشغيلية، إذ تفضل بعض المنظمات اختيار مواقعها قريبة من مصادر المواد الأولية خاصة إذا كانت هذه المواد سريعة التلف، مثل تغليب الخضروات والفواكة واللحوم ومنتجات الألبان، أو إذا كانت نفقات نقلها كبيرة بالنسبة لحجبها مثل صناعة الحديد أو الفحم، أو إذا كانت المواد الأولية تفقد جزءا كبيرا من وزنها، أن المنظمة التى تستخدم مادة أولية واحدة، تجد أن العامل يمثل أهمية كبيرة لديها، لذلك يمكنها اختيار موقعها بسهولة، إما إذا تعددت المواد الأولية، فلا بد من تحديد الأهمية النسبية لكل نوع، واختيار الموقع وفقا للأهمية النسبية لكل منها .

#### رابعا : العوامل الأخرى :

وهى تتضمن ما يأتى :

١- الخدمات الثقافية .

٢- الخدمات الحكومية.

٣- الخدمات الإسكانية .

٤- الأسواق التجارية .

٥- الخدمات الدينية.

وبعض هذه العوامل يمكن تقييمها على أساس التكلفة أو جدواها الاقتصادية، والبعض الآخر يخضع للتقدير الحكمى أو الذاتى مثل عوامل الخدمة، والعوامل (الخدمات الإسكانية، الثقافية، الحكومية، الدينية وغيرها)

## تقييم العوامل الكمية والذاتية لاختيار موقع العمل :

يعتبر تقييم العوامل الكمية والذاتية لاختيار الموقع من الإجراءات البالغة الأهمية، لأن الكثير من العوامل الهامة غير قابلة للقياس الكمي، وحتى عندما تتوافر المقاييس الدقيقة، فإن بعض العوامل الهامة، لا بد من ترتيبها بطريقة ذاتية لتحديد تأثيرها على القرار النهائي باختيار الموقع، والإجراءات العامة للتقييم العوامل الكمية والذاتية تتم على النحو التالي :

١- تحديد العوامل التي يجب دراستها، مع تحديد تلك التي يجب توافرها بالكامل فمثلاً، الصناعة التي تعتمد على توافر المياه، لا يمكنها دراسة موقع يعاني من مصادر المياه، مهما كانت جاذبية هذا الموقع، فالموقع الذي لا يفي بعامل جوهري مثل المياه أو المرافق لا بد من استبعاده فوراً .

٢- تجميع المعلومات عن كل العوامل التي يمكن التعبير عنها كمياً، وتحديد مقياس كمي لكل موقع.

٣- تطبيق القوانين الثلاثة التالية :

القانون الكمي :  $M = [T \times C] \left[ \frac{1}{N} \right]^A$  حيث :

$M$  = المقياس الكمي.

$T$  = تكاليف الموقع .

$N$  = عدد المواقع .

القانون الثاني :

المقياس الذاتي  $Z = M \cdot (A \cdot K \cdot S)$  حيث ك

حيث ك

$Z$  = العامل الذاتي .

$A$  ك = أهمية العامل .

$S$  س = أهمية العامل في الموقع .

القانون الثالث :

$$\text{المقياس الكلى : } \sqrt{m} + \sqrt{n} = \sqrt{e}$$

حيث :

$$\sqrt{e} = \text{النسبة المئوية لأهمية العوامل الذاتية أو الكمية .}$$

معنى أن  $\sqrt{e}$  دائما  $\leq 1$

ويمكن توضيح ذلك تطبيق هذه الخطوات على مثال مقترض لثلاثة

مواقع لكل منها أربعة عوامل هي :

١- الإنشاءات .

٢- الطاقة .

٣- المرافق .

٤- الضرائب .

مثال (١) :

ترغب إحدى الشركات الصناعية فى اختيار موقعا لإقامة وحدة جديدة

وقد واجهت إدارة الشركة مشكلة الاختيار من بين ثلاثة مواقع بيانات كل

منهم على النحو التالى :

المواقع	الإنشاءات	الطاقة	المرافق	الضرائب	المجموع
١	٢٤٨	١٨١	٧٤	١٦	٥١٩
٢	٢١١	٢٠٢	٨٢	٨	٥٠٣
٣	٢٣٠	١٦٥	٩٠	٢١	٥٠٦

والمطلوب :

ترتيب هذه المواقع باستخدام المقياس الكمى معتمدا على عناصر

التكاليف.

الحل :

$$\text{أولا نجد } \frac{1}{e} = \frac{1}{519} + \frac{1}{503} + \frac{1}{506} = 0.000891$$

## ثانياً :

المقياس الكمي لموقع (١) =  $(٥١٩ \times ٠٠٥٨٩١)$  أي  $\frac{1}{٣,٥٧٤٢٩}$  :  $٠,٣٢٧١$

المقياس الكمي لموقع (٢) =  $(٥٠٣ \times ٠٠٥٨٩١)$  أي  $\frac{1}{٣,٩٦٣١٧٣}$  :  $٠,٣٣٧٤$

المقياس الكمي لموقع (٣) =  $(٥٠٦ \times ٠٠٥٨٩١)$  أي  $\frac{1}{٣,٩٨٠٨٤٦}$  :  $٠,٣٣٥٥$

ولكن من النادر أن تعتمد المقارنة على العوامل الكمية فقط، ولهذا إذا وجدت عوامل ذاتية، فإن الوصول إلى الاختيار السليم يمكن شرحه بالمثال التالي :

## مثال (٢) :

تواجه إحدى الشركات مشكلة اختيار الموقع من بين ثلاثة مواقع هي (١، ٢، ٣) وتتوافر مل وحدة منها درجات مختلفة من الخدمات : الحكومية والإسكانية والتعليمية ويركز لها (أ ، ب ، ج) وتعطى الإدارة الخدمات الحكومية أهمية خاصة بسبب كثرة التعامل مع بعض أجهزة الرقابة القياسية، ولكنها أيضاً تحتاج إلى الخدمات إلى الخدمات الإسكانية، ولكن احتياجاتها للخدمات الإسكانية والتعليمية متساوية.

وتتوافر الخدمات الحكومية في الموقع (١)، (٣) فقط ولكنها تتوافر في الموقع (٣) بصورة أكبر من الموقع (١) .

وتتوافر الخدمات الإسكانية في الموقع (٢)، (٣) فقط ولكنها تتوافر في الموقع (٢) بصورة أكبر من الموقع (٣) .

وتتوافر الخدمات التعليمية في جميع المواقع، ولكن درجة توافرها في موقع (٣) بصورة أكبر من مواقع (١)، (٢) كما أنها متوافرة بنسب متساوية في الموقع (١)، (٢) .

والمطلوب ترتيب المواقع وفقاً لدرجة تمتعها بهذه الخدمات .

الحل :

يتم الوصول إلى الحل على خطوتين :

الأولى : مقارنة أهمية العوامل مع بعضها البعض .

والثانية : مقارنة أهمية المواقع مع بعضها البعض بالنسبة لكل عامل على حدة

ففي المثال : لدينا ثلاثة عوامل ذاتية هي :

الخدمات الحكومية . - الخدمات الإسكانية . - الخدمات التعليمية .

المطلوب : ترتيب المواقع وفقا لتقديرات الإدارة الذاتية .

الحل :

أولا : نرسم لكل واحدة من العوامل بالرموز أ، ب، ج ونقوم بترتيب العوامل

وفقا لأهميتها النسبية مع بعضها.

الترتيب	مجموع	القرارات			العوامل
		٣	٢	١	
١,٥١	٢		١	١	أ الخدمات الحكومية
١,٢٥	١	١	-	صفر	ب الخدمات الإسكانية
١,٢٥	$\frac{1}{2}$	١	صفر	-	ج الخدمات التعليمية

ثانيا: نقوم بمقارنة أهمية المواقع بالنسبة لكل عامل من العوامل على حدة العامل

أ - (الخدمات الحكومية) .

الترتيب	مجموع	القرارات			المواقع
		٣	٢	١	
١,٣٣	١	-	صفر	١	١
صفر	صفر	صفر	-	صفر	٢
١,٦٧	$\frac{2}{3}$	١	١	-	٣



العامل ب - الخدمات الإسكانية

الترتيب	مجموع	القرارات			المواقع
		٣	٢	١	
صفر	صفر	-	صفر	١	١
٠,٦٧	٢	١	-	صفر	٢
٠,٣٣	$\frac{١}{٣}$	صفر	١	-	٣

العامل ج - الخدمات التعليمية

الترتيب	مجموع	القرارات			المواقع
		٣	٢	١	
٠,٢٥	١	-	صفر	١	١
٠,٢٥	١	صفر	-	١	٢
٠,٥٠	$\frac{٢}{٤}$	٢	١	-	٣

ملخص

الأهمية	القرارات			المواقع
	٣	٢	١	
٠,٥٠	٠,٦٧	صفر	٠,٣٣	أ
٠,٢٥	٠,٣٣	٠,٦٧	صفر	ب
٠,٠٢٥	٠,٥٠٠	٠,٢٥	٠,٢٥	ج

الحكومية

الإسكانية

التعليمية

التقدير الذاتي للمواقع (١) : (٠,٣٣) (٠,٥٠) + (صفر)

$$٠,٢٢٧٥ = (٠,٢٥) (٠,٢٥) + (٠,٢٥)$$

التقدير الذاتي للموقع (٢) = (صفر) (٠,٥٠) + (٠,٦٧)

$$٠,٢٣٠٠ = (٠,٢٥) (٠,٢٥) + (٠,٢٥)$$

التقدير الذاتي للموقع (٣) = (٠,٦٧) (٠,٥٠) + (٠,٣٣)

$$٠,٥٤٢٥ = (٠,٢٥) (٠,٥٠) + (٠,٢٥)$$

$$\frac{١,٠٠٠}{١,٠٠٠}$$

أما إذا أردنا الدقة فلا بد من تحديد أهمية كل من العوامل الكمية والعوامل الذاتية، ويتطلب ذلك تحديد نسبة لكل منهما وذلك وفقاً للمثال التالي :

مثال (٣) :

تحتاج شركة النصر إلى اختيار موقعا لإقامة إحدى الوحدات الإنتاجية من بين ثلاثة مواقع، وقد قام خبراء الشركة بدراسة البيانات المتاحة لتقدير العوامل الكمية وغير الكمية للمواقع الثلاثة على النحو التالي :

المواقع	تقدير كمى	تقدير ذاتى
١	٠,٣٢٧١	٠,٢٢٧٥
٢	٠,٣٣٧٤	٠,٣٢٠٠
٣	٠,٣٣٥٥	٠,٥٤٢٥

فإذا كانت إدارة الشركة تعطى أهمية مضاعفة للعوامل الكمية على العوامل الذاتية أى (٢ : ١) فالمطلوب ترتيب المواقع وفقاً لأهميتها :  
لاحظ أن :

٦	٦ - ١	مجموع
١٠٠	صفر	١٠٠ =
٩٠	١٠	١٠٠ =
٨٠	٢٠	١٠٠ =
٦٠	٤٠	١٠٠ =
٦٧	٣٣	١٠٠ =
٥٠	٥٠	١٠٠ =
٢٥	٧٥	١٠٠ =
صفر	١٠٠	١٠٠ =

الحل :

نقوم بتطبيق القانون التالى :

$$ع = م \times ٦ + ١ (٦ - ١)$$

وذلك على النحو التالي :

$$(١) \text{ ع}_1 = (٠,٣٢٧١ \times ٠,٦٧) + (٠,٢٢٧٥ \times ٠,٣٣) = ٠,٢٩٤٢$$

$$(٢) \text{ ع}_2 = (٠,٣٣٧٤ \times ٠,٦٧) + (٠,٢٣٠٠ \times ٠,٣٣) = ٠,٣٠٢٠$$

$$(٣) \text{ ع}_3 = (٠,٣٣٥٥ \times ٠,٦٧) + (٠,٥٤٢٥ \times ٠,٣٣) = ٠,٤٠٣٨$$

١,٠٠٠٠

وهكذا نجد أن الموقع (٣) هو أفضل المواقع .

### اختيار المواقع باستخدام نموذج التعادل

تواجه الإدارة عادة مشكلة اختلاف عناصر التكاليف للمواقع المختلفة فكل موقع يكون له تكلفة تشغيل مختلفة عن الآخر، أما بسبب ارتفاع تكاليف النقل أو الإنشاءات أو المرافق.. الخ، ولهذا فإن التكاليف إنتاج الوحدة التي تتغير مع الكمية (الإنتاج) لن تكون واحدة لكل المواقع عند حجم من الإنتاج المعين وهذا يعنى أن لكل حجم من الإنتاج يوجد دائما موقعا اقتصاديا هو أفضل المواقع لكل منظمة وكذلك كميات من الإنتاج تبرر اقتصاديا التحول من موقع إلى آخر يطلق عليها نقط تعادل المواقع والمثال التالى يبين كيف يمكن تحديد هذه النقط :

**مثال :** نفرض أن إحدى المنظمات الصناعية يمكنها أن تختار بين ثلاثة مواقع مختلفة هى : م<sup>١</sup>، م<sup>٢</sup>، م<sup>٣</sup> وأن الإدارة ترغب فى تحديد حجم الإنتاج الذى عنده تكون الإدارة قد استخدمت كل موقع استخداما اقتصاديا وقد تمكنت الإدارة من تحليل تكاليف المواقع الثلاثة وكانت كالتالى :

رقم الموقع	التكاليف الثابتة بالآلاف	التكاليف المتغيرة للوحدة
١م	٨	٠,٢٥
٢م	٤٠	٠,١٥
٣م	٨٠	٠,٠٧

وقد أظهر التحليل أن التكاليف الثابتة معظمها تكاليف إنشاءات ومرافق، وضرائب، أى أن المنشآت تتحملها مرة واحدة لفترة التشغيل بصرف النظر عن حجم الإنتاج، أما التكاليف المتغيرة فهي تكلفة تشغيل مباشرة والتي تتغير مع الحجم .

وهنا يمكن استخدام معادلة بسيطة لتحديد علاقة حجم الإنتاج بتكاليف المواقع وهذه المعادلة هي :

$$ت ك = ت ث + ( ت م \times ج )$$

حيث : ج = حجم الإنتاج

ت ك = تكاليف كلية .

ت ث = تكاليف ثابتة .

ت م = تكاليف متغيرة .

وباستخدام هذه المعادلة يمكن تحديد العلاقة بين الحجم والتكاليف لكل موقع على النحو التالى .

$$\text{موقع م}^1 \text{ ت ك} = ٨ + ٢٥,٢٥ \text{ ج}$$

$$\text{موقع م}^2 \text{ ت ك} = ٤٠ + ١٥,١٥ \text{ ج}$$

$$\text{موقع م}^3 \text{ ت ك} = ٨٠ + ٧,٠٧ \text{ ج}$$

ولكى نحصل على نقطة تعادل كل مواقع، لابد من معادلة كل موقعين

معاً، لى نحصل على الحجم الذى تمثله قيمة ج .

$$\text{م}^1 \text{ م}^2$$

$$٨ + ٢٥,٢٥ \text{ ج} = ٤٠ + ١٥,١٥ \text{ ج}$$

$$\text{ج} = ٣٢٠ \text{ وحدة .}$$

$$\text{م}^2 \text{ م}^3$$

$$٤٠ + ١٥,١٥ \text{ ج} = ٨٠ + ٧,٠٧ \text{ ج}$$

$$\text{ج} = ٤٠٠ \text{ وحدة .}$$

$$٢م ، ٢م$$

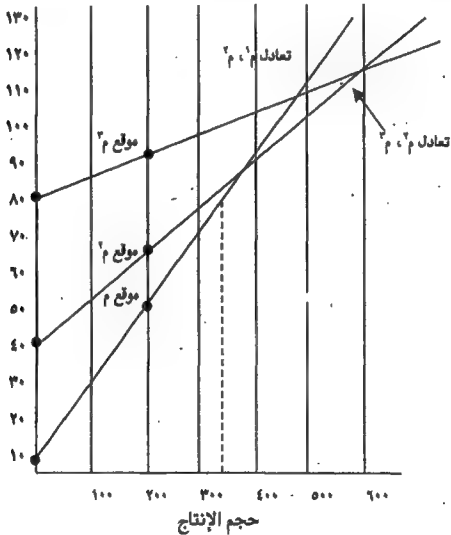
$$٤٠ + ٠,١٥ ج = ٨٠ + ٠,٧ ج$$

$$ج = ٥٠٠ وحدة .$$

ويمكن عرض هذا التحليل فى خريطة التعادل التى تظهر فى الشكل

رقم (٣-١٩) :

وتبين الخريطة أنه على فرض إمكانية الاختيار بين المواقع الثلاثة، فإن الموقع ١م يجب أن يختار عندما يكون مستوى الإنتاج ٣١٩ وحدة، وأن موقع ٢م يجب أن يختار عندما يكون مستوى الإنتاج بين ٣٢٠، ٤٩٩ وأن الموقع ٣م يجب أن يختار عندما يكون الإنتاج مساوى أو أكبر من ٥٠٠ وحدة .



## اختيار المواقع (٢) تعدد المواقع

عندما يكون هناك عدد من مراكز الإنتاج تختص كل منها بخدمة منطقة معينة فإن عملية اختيار الموقع المثالي تصبح عملية معقدة إذ لا يمكن القيام باختيار الموقع بطريقة المقارنة التقليدية مع المواقع الأخرى، وإنما يجب القيام بالمقارنة في الإطار الكلي لمجموع المواقع، ومعنى ذلك أن نطاق التحليل لا بد وأن يتناول المواقع الحالية، وكذلك المواقع المقترحة، وذلك لاختيار الموقع الذي يؤدي إلى تخفيض التكاليف بجميع المواقع إلى حدها الأدنى وهذه المشكلة المركبة يمكن إيجاد حل لها، باستخدام البرمجة الخطية.

### مثال :

تقوم الشركة الحديثة بإنتاج أجزاء بلاستيكية تستخدم في تكوين هيكل التلفزيون، في مراكز التجميع المنتشرة في الجمهورية، وتمتلك الشركة في الوقت الحاضر ثلاثة مصانع : أحدهما في الإسكندرية، والثاني في طنطا، والثالث في القاهرة، وهذه المصانع الثلاثة تقدم إنتاجها من الأجزاء إلى أربعة مراكز للتجميع في المنصورة، ودمنهور، والإسماعيلية، وبنها. وقد عجزت مصانع الشركة في الفترة الأخيرة عن الوفاء بالطلبات التي ترد إليها، ولذلك قررت الشركة إقامة مصنع جديد لزيادة طاقتها الإنتاجية، وقد تم اقتراح كل من منطقة حلوان، والعامرية كمواقع محتملة وقد ظهر أنهما من المواقع الجذابة من ناحية العوامل غير التكاليفية.

كما استطاعت الإدارة أن تحصل على معلومات عن التكاليف ومستلزمات الإنتاج لكل من المصانع الحالية وأيضاً تكاليف الإنتاج التقديرية للمركزين الجديدين وكانت على النحو الوارد بالجدول رقم (٤-١)

جدول رقم (١-٥)

مركز التجميع	احتياجات المراكز بالوحدات في الشهر	المصانع	الطاقة العادية بالوحدات في الشهر
المنصور	١٠٠٠٠	الإسكندرية	١٥٠٠٠
دمنهو	١٢٠٠٠	طنطا	٦٠٠٠
الإسماعيلية	١٥٠٠٠	القاهرة	١٤٠٠٠
بنها	٩٠٠٠		
	٤٦٠٠٠		٣٥٠٠٠

العجز = ٤٦٠٠٠ - ٣٥٠٠٠ = ١١٠٠٠ وحدة في الشهر .

التكاليف التقديرية

العامرية	٠,٤٩
حلوان	٠,٥٣

كما يظهر في جدول (٢-٥) تكاليف النقل من المصانع إلى المراكز المذكورة.

شكل رقم (٢-٥)

إلى من	الإسكندرية	طنطا	القاهرة	حلوان	العامرية
المنصورة	٠,٢٥	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٦٠	٠,٣٥
دمنهو	٠,٥٥	٠,٣٠	٠,٤٥	٠,٣٨	٠,٣٠
الإسماعيلية	٠,٤٠	٠,٥٠	٠,٢٦	٠,٦٥	٠,٤١
بنها	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٦٦	٠,٢٧	٠,٥٠

إن المشكلة التي واجهت إدارة الشركة هي : ما هو الموقع الذي يترتب على اختياره تحمل أقل تكلفة من وجهة نظر الشركة ككل ؟

إن المقارنة السطحية لتكلفة الإنتاج قد توحى بأن العامرية هي الموقع المناسب ، لأن تكلفة إنتاج الوحدة هي ٠,٤٩ بينما تصل هذه التكلفة حلوان ٠,٣٥ ولكن العامرية قد لا تكون الموقع المثالي من وجهة نظر الشركة ككل ، لأن الاختيار الصحيح لابد وأن يأخذ في الاعتبار القداخل بين المواقع المقترحة

والمواقع القائمة، وبالتالي لابد من مقارنة التكلفة الكلية التى تتحملها الشركة عند اختيار الموقع الجديد فى العامرية مع التكلفة الكلية التى تتحملها الشركة عند اختيار الموقع الجديد فى حلوان، وذلك قبل اتخاذ القرار النهائى.

دعنا نفترض، لأغراض التبسيط أن كل مصنع من المصانع فى الإسكندرية، ووطنطا، والقاهرة سوف يستمر فى إنتاج نفس حجم الإنتاج حتى لا تتأثر تكاليف الإنتاج فى هذه المصانع بقرار الاختيار، بمعنى استبعاد هذه التكلفة من التحليل وهكذا تصبح تكلفة هى كل التكلفة التى تتأثر بقرار اختيار الموقع. أن نتيجة اختيار الموقع فى هذه الظروف ستحدد على ضوء أى المصانع الجديدة ستولى شحن الاحتياجات من الأجزاء إلى مراكز التجميع. وهذا يعنى أنه يجب على الإدارة أن تحدد لكل موقع المخصصات التبادلية من المواقع المقترحة والتى سيعترب عليها تحمل الشركة بأقل تكلفة نقل ممكنة، وعند احتساب تكاليف النقل لكل من العامرية وحلوان فإن مقارنة الأرقام سوف تظهر أى المواقع هو الأفضل من وجهة نظر تكاليف النقل وأن التكلفة الأخرى الداخلة فى هذا التحليل هى تكلفة الإنتاج للمواقع نفسها وعندما يتم إضافة تكلفة النقل إلى تكاليف الإنتاج لك موقع، فإن المجموع الأقل لهذه التكلفة بنوعيتها يقدم مؤشرا استخدامه لمعرفة أى هذه المواقع يمكن أن صل بالأرباح إلى النقطة المثالية .

تعتمد طريقة الاختيار السالفة الذكر على مقدرة الإدارة على التوفيق بين الطاقة الإنتاجية للمصانع مع طلبات مراكز التجميع على نحو يجعل تكلفة النقل عند حدها الأدنى، وهذه المشكلة هى من المشكلات التقليدية التى يمكن الوصول إلى حل لها باستخدام البرمجة الخطية (أسلوب النقل) ولتطبيق هذا الأسلوب يمكن وضع المعلومات المذكورة فى جدول كما فى الشكل (٥-٣) .



الطلب بالآلاف الوحدات	المصانع				إلى من
	الإسكندرية (أ)	طنطا (ب)	القاهرة (ج)	العامة (د)	
١٠	٠,٢٥	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٣٥	المنصورة (س)
١٢	٠,٥٥	٠,٣٠	٠,٤٥	٠,٣٠	دمهور (ص)
١٥	٠,٤٠	٠,٥٠	٠,٢٦	٠,٤١	الإسماعيلية (ل)
٩	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٦٦	٠,٥٠	بنها (م)
٤٦	١٥	٦	١٤	١١	الطاقة بآلاف الوحدات

شكل رقم (٣-٥)

وقد ظهرت تكلفة النقل في الزاوية اليسرى في المربع داخل كل خلية. ويتضح من الجدول (٣-٥) أن تكلفة نقل واحدة من طنطا إلى المنصورة تصل إلى ٠,٣٥، وتستخدم تكلفة النقل كمعيار للوصول إلى توفيق بين طلب الجميع، والطاقة المتاحة من المصانع، ويجب ملاحظة أن إجمالي الطاقة المتاحة في المصانع الأربعة مساوية لإجمالي الطلب في مراكز التجميع الأربعة، ويترتب على عملية التخصيص بين المصانع والمراكز أن نصل إلى حالة الاستخدام الكامل للطاقة المتاحة في المصانع وإشباع الطلب الكامل للمراكز. أما في الحياة العملية، فإن مثل هذه المواقف المثالية من النادر أن تتحقق، وإنما يجب الأخذ في الاعتبار بعض المتغيرات التي تعكس بدائل مختلفة للتبادل بين إنتاج المصانع، حتى يمكن للحل المتوصل إليه أن يعكس قدرا كافيا من المرونة.

وتبدأ خطوات الحل بتخصيص وحدات الإنتاج من المصانع على مراكز التجميع بطريقة عشوائية ويتم ذلك من الخلية الشمالية الشرقية حيث يتم تخصيص ١٠,٠٠٠ وحدة من إنتاج الإسكندرية إلى مركز المنصورة، كما يبدو ذلك من جدول (٤-٤) وتعرف هذه الطريقة بطريقة الشمال الشرقى.

الطلب بآلاف الوحدات	المصانع				إلى من
	حلوان (د)	القاهرة (ج)	طنطا (ب)	الإسكندرية (أ)	
١٠	٠,٦٠	٠,٣٦	٠,٣٥	٠,٢٥	١٠ المنصورة (س)
١٢	٠,٣٨	٠,٤٥	٠,٣٠	٠,٥٥	٥ دمنهور (ص)
١٥	٠,٦٥	٠,٢٦	٠,٥٠	٠,٤٠	١٣ الإسماعيلية (ل)
٩	٠,٢٧	٠,٦٦	٠,٤٠	٠,٦٠	٩ بنها (م)
٤٦	١١	١٤	٦	١٥	الطاقة بآلاف الوحدات

شكل رقم (٤-٥)

وهذا التخصيص يلبي طلب مركز التجميع بالمنصورة، ولكن مصنع الإسكندرية مازال لديه ٥٠٠٠ وحدة (١٥,٠٠٠ - ١٠,٠٠٠) من إنتاجية قابلة للتخصيص، وهى كمية يمكن إرسالها إلى مركز التجميع بدمنهور، ولكن مركز دمنهور يحتاج إلى ١٢٠٠٠ وحدة، وحيث أنه قد تم تخصيص ٥٠٠٠ وحدة له من مصنع الإسكندرية فإنه مازال يحتاج إلى ٧٠٠٠ وحدة، ويمكن لمصنع طنطا أن يقدم ٦٠٠٠ وحدة، ومصنع القاهرة ١٠٠٠ وحدة، وبتابع نفس الخطوات، يمكن لمصنع القاهرة أن يخصص الـ ١٣٠٠٠ وحدة الباقية من إنتاجية إلى مركز تجميع الإسماعيلية كما يمكن لمصنع حلوان أن يخصص ٢٠٠٠ وحدة لمركز الإسماعيلية ٩٠٠٠ وحدة لمركز الإسماعيلية، ٩٠٠٠ وحدة لمركز تجميع بنها، وتظهر تكلفة النقل هذا الحل في جدول (٥-٥).

جدول رقم (٥-٥)

الإسكندرية إلى المنصورة	$٢٥٠٠ = ٠,٢٥ \times ١٠,٠٠٠$
الإسكندرية إلى دمنهور	$٢٧٥٠ = ٠,٥٥ \times ٥,٠٠٠$
طنطا إلى دمنهور	$١٨٠٠ = ٠,٣٠ \times ٦,٠٠٠$
القاهرة إلى دمنهور	$٤٥٠ = ٠,٤٥ \times ١,٠٠٠$
القاهرة إلى الإسماعيلية	$٣٣٨٠ = ٠,٢٦ \times ١٣,٠٠٠$
حلوان إلى الإسماعيلية	$١٣٠٠٠ = ٠,٦٥ \times ٢,٠٠٠$
حلوان إلى بنها	$٢٤٣٠ = ٠,٢٧ \times ٩,٠٠٠$
	<hr/> ١٤٦١٠

والسؤال الآن هو : هل هذا هو الحل الأمثل والذي يحقق أقل تكلفة نقل ممكنة؟ وللإجابة على هذا السؤال ينبغي القيام باختبار إمكانية تخفيض التكاليف بإجراء إعادة توزيع على الخلايا الفارغة .  
ولتوضيح هذا الاختبار، نبدأ بأول خلية فارغة في العمود الثانى ب س (طنطا - المنصورة) .

ويلاحظ أن أى تعديلات يتم إجراؤها لابد وأن تخضع للقيود الخاصة بالتوازن بين الإنتاج فى المصانع والطلب فى المراكز، فإذا قمنا بنقل وحدة واحدة من أس إلى ب س، ووحدة واحدة من ب ص إلى أ ص كما يبدو ذلك من الجدول (٥-٦) فإننا بذلك نكون قد التزمنا بهذا التوازن، ولكن هذا النقل قد لا يكون مناسب، لأننا ثمننا بالانتقال من الخلايا ذات التكلفة الأقل إلى الخلايا ذات التكلفة الأعلى، وبإضافة وحدة إلى ب س، أ ص وبطرح وحدة م ب ص، أ س، فمعنى ذلك أننا قد أضفنا  $٠,٣٥ + ٠,٥٥ = ٠,٩٠$  وخصمنا  $٠,٣٥ + ٠,٢٥ = ٠,٥٥$  وفى المجموع قد أضفنا  $٠,٩٠ - ٠,٥٥ = ٠,٣٥$  إلى جملة التكاليف .

## تقييم الخلايا الصفرية :

لكى نصل إلى الحل الأمثل من وجهة نظر التكاليف ينبغي القيام باختبار كل الخلايا الفارغة، وذلك لمعرفة ما إذا كان إعادة التخصيص يترتب عليه تخفيض تكلفة النقل الكلية جدول رقم (٤-٦)

الطلب بالآلاف الوحدات	المصانع				إلى من
	حلوان (د)	القاهرة (ج)	طنطا (ب)	الإسكندرية (أ)	
١٠	٠,٦٠	٠,٣٦	٠,٣٥ (+)	٠,٢٥ ١٠ (-)	النصورة (س)
١٢	٠,٣٨	٠,٤٥	٠,٣٠ ١ (-)	٠,٥٥ ٥ (+)	دمههور (ص)
١٥	٠,٦٥	٠,٢٦	٠,٥٠ ١٣	٠,٤٠	الإسماعيلية (ل)
٩	٠,٢٧	٠,٦٦	٠,٤٠	٠,٦٠	بنها (م)
٤٦	١١	١٤	٦	١٥	الطاقة بالآلاف الوحدات

ويتم اختبار الخلايا الفارغة فى تتابع يبدأ بالخلية الأولى فى العمود الرأسى ويتجه إلى أسفل العمود، وبعد ذلك يتم الانتقال إلى الخلايا الفارغة فى العمود الثانى، وتستمر العملية هكذا حتى يتم اختبار كل الخلايا الفارغة مع ملاحظة ما يأتى :

- ١- يجب الانتقال من خلية إلى خلية والعودة مرة أخرى إلى البداية أو ما يعرف بالطريق المغلق .
- ٢- ليس من الضروري أن يأخذ شكل الانتقال شكل المستطيل، بل يمكن القدر من إلى أخرى .
- ٣- لا يجب الانتقال من خلية إلى خلية فى طريق قطرى .

٤- يبدأ تقييم الخلية بإضافة علامة ( + ) ثم علامة ( - ) بالتبادل ، حتى ينتهى الطريق المغلق ، وابتناع هذه القواعد تظهر العملية الحسابية فى الجدول (٧-٥) .

### جدول رقم (٧-٥)

ملخص تقييم الخلايا الفارغة (حلوان)

$١,٠٤ + =$	$١,٢٦ - ١,٤٥ + ١,٥٥ - ١,٤٠ + ١$
$١,٦٢ + =$	$١,٢٧ - ١,٦٥ + ١,٢٦ - ١,٤٥ + ١,٥٥ - ١,٦٠ + م$
$١,٣٥ + =$	$١,٢٥ - ١,٥٥ + ١,٣٠ - ١,٣٥ + ب س$
$١,٣٩ + =$	$١,٢٦ - ١,٤٥ + ١,٣٠ - ١,٥٠ + ب ل$
$١,٦٧ =$	$١,٢٧ - ١,٦٥ + ١,٢٦ - ١,٤٥ + ١,٣٠ - ١,٤١٠ + ب م$
$١,٢١ + =$	$١,٢٥ - ١,٥٥ + ١,٤٥ - ١,٣٦ + ج س$
$١,٧٨ + =$	$١,٢٧ + ١,٦٥ + ١,٢٦ + ١,٦٦ + ج م$
$١,٠٦ + =$	$١,٢٥ - ١,٥٥ + ١,٤٥ - ١,٢٦ + ١,٦٥ - ١,٦٠ + د س$
$١,٤٦ - =$	$١,٤٥ - ١,٢٦ + ١,٦٥ - ١,٣٨ + د ص$

ويظهر من جدول (٧-٥) أنه من المفيد نقل بعض الوحدات إلى الخلية د ص ، وعلى ذلك فإن المشتقة الأولى لجدول النقل يظهر على النحو الوارد فى جدول (٨-٥)

جدول (٨-٤)

الطلب بآلاف الوحدات	المصانع				إلى من
	حلوان (د)	القاهرة (ج)	طنطا (ب)	الإسكندرية (أ)	
١٠	٠,٦٠	٠,٣٦	٠,٣٥	٠,٢٥	١٠ المصورة (ص)
١٢	٠,٣٨	٠,٤٥	٠,٣٠	٠,٥٥	١٠ دمههور (ص)
١٥	٠,٦٥	٠,٢٦	٠,٥٠	٠,٤٠	٥ الإسماعيلية (ل)
٩	٠,٢٧	٠,٦٦	٠,٤٠	٠,٦٠	١٤ بنها (م)
٤٦	١١	١٤	٦	١٥	الطاقة بآلاف الوحدات

بعد أن انتهينا من المشتقة الأولى من خلال المصفوفة، يجب أن نقوم باختبار التخصيص لمعرفة ما إذا كان هذا التخصيص هو الأفضل، ويبدو من جدول رقم (٨-٤) أن هذا التخصيص ليس هو الأفضل، لأن هناك طريق آخر يمكن استخدامه يبدأ بالخلية أ ل :

$$أ ل + ٠,٤٠ - ٠,٥٥ + ٠,٣٨ - ٠,٦٥ = ٠,٤٢$$

وهذا التخصيص المبين لهذا التغير يمكن إظهاره في المصفوفة رقم (٩-٥)

الطلب بآلاف الوحدات	المصانع				إلى من
	حلوان (د)	القاهرة (ج)	طنطا (ب)	الإسكندرية (أ)	
١٠	٠,٦٠	٠,٣٦	٠,٣٥	٠,٢٥	١٠ المصورة (ص)
١٢	٠,٣٨	٠,٤٥	٠,٣٠	٠,٥٥	٤ دمههور (ص)
١٥	٠,٦٥	٠,٢٦	٠,٥٠	٠,٤٠	١ الإسماعيلية (ل)
٩	٠,٢٧	٠,٦٦	٠,٤٠	٠,٦٠	١٤ بنها (م)
٤٦	١١	١٤	٦	١٥	الطاقة بآلاف الوحدات

### مصفوفة (٩-٥)

والخطوة التالية هي اختيار الخلايا الفارغة كما يظهر ذلك في الجدول

رقم (٤-١٠)

### جدول رقم (٥-١٠)

اختبار الخلايا الفارغة حلوان

$$أ م + ٠,٦٠ - ٠,٥٥ + ٠,٣٨ - ٠,٢٧ = ٠,١٦ +$$

$$ب س + ٠,٣٥ - ٠,٣٠ + ٠,٥٥ - ٠,٢٥ = ٠,٣٥ +$$

$$ب ل + ٠,٥٠ - ٠,٤٠ + ٠,٥٥ - ٠,٣٠ = ٠,٣٥ +$$

$$ب م + ٠,٤٠ - ٠,٣٠ + ٠,٣٨ - ٠,٢٧ = ٠,٢١ +$$

$$ج س + ٠,٣٦ - ٠,٢٦ + ٠,٤٠ - ٠,٢٥ = ٠,٢٥ +$$

$$ج ص + ٠,٤٥ - ٠,٢٦ + ٠,٤٠ - ٠,٥٥ = ٠,٠٤ +$$

$$ج م + ٠,٦٦ - ٠,٢٦ + ٠,٤٠ - ٠,٥٥ + ٠,٣٨ - ٢٧ = ٠,٣٦ +$$

$$د س + ٠,٦٠ - ٠,٣٨ + ٠,٥٥ - ٠,٢٥ = ٠,٥٢ +$$

$$د ل + ٠,٦٥ - ٠,٥٥ + ٠,٣٨ - ٠,٤٢ = ٠,٠٦ +$$

بنفس الطريقة يمكن احتساب تكلفة النقل لمركز العامرية، ويظهر

التخصيص الأمثل لهذا النقل في المصفوفة رقم (٥-١١) .

### مصنوفة (٥-١١)

الطلب بالآلاف الوحدات	المصانع				إلى من
	حلوان (د)	القاهرة (ج)	طنطا (ب)	الإسكندرية (أ)	
١٠	٠,٦١	٠,٣٦	٠,٣٥	٠,٢٥	المنصورة (س) ١٠
١٢	٠,٣٠	٠,٤٥	٠,٣٠	٠,٥٥	دمشهور (ص) ١١
١٥	٠,٤١	٠,٢٦	٠,٥٠	٠,٤٠	الإسماعيلية (ل) ١٤
٩	٠,٥٠	٠,٦٦	٠,٤٠	٠,٦٠	بنها (م) ٩
٤٦	١١	١٤	٦	١٥	الطاقة بالآلاف الوحدات

ونظرا لاختلاف تكلفة النقل بين مراكز بين العامرية ومركز حلوان، فلا بد وأن يختلف التخصيص بين المصنوفات.

وتظهر تكلفة النقل لكل من مركز حلوان في الجدولين رقم (٥-١٢) ورقم (٥-١٣) ومن الجدولين نجد أن مركز حلوان أفضل المراكز، حيث أن التكلفة الإجمالية ٠,٣٧٠ (١٩,٩٣٠ - ١٩,٥٦٠) هي تكلفة أقل من تكلفة العامرية وهو أفضل بصرف النظر عن انخفاض تكلفة الإنتاج في العامرية .



جدول رقم (٥-١٢)

الحد الأدنى للتكلفة باستخدام مركز حلوان

تكلفة النقل :	
$٢٥٠٠ = ٠,٢٥ \times ١٠,٠٠$	من الإسكندرية إلى المنصورة
$٢٢٠٠ = ٠,٥٥ \times ٤,٠٠٠$	من الإسكندرية إلى دمنهور
$١٨٠٠ = ٠,٣٠ \times ٦,٠٠٠$	من طنطا إلى دمنهور
$٤٠ = ٠,٤٠ \times ١,٠٠٠$	من الإسكندرية إلى الإسماعيلية
$٣٦٤٠ = ٠,٢٦ \times ١٤,٠٠٠$	من القاهرة إلى الإسماعيلية
$٧٦٠ = ٠,٣٨ \times ٢,٠٠٠$	من حلوان إلى دمنهور
$٢٤٣٠ = ٠,٢٧ \times ٩,٠٠٠$	من حلوان إلى بنها
<u>١٣٧٣٠</u>	
$٥٨٣٠ = ٠,٥٣ \times ١١,٠٠٠$	تكلفة الإنتاج
<u>١٩٦١٣٠</u>	الجملة

جدول رقم (٥-١٣)

الحد الأدنى للتكلفة باستخدام مركز القاهرة

تكلفة النقل :	
$٢٥٠٠ = ٠,٢٥ \times ١٠,٠٠$	١- من الإسكندرية إلى المنصورة
$٣٠٠ = ٠,٣٠ \times ١,٠٠٠$	٢- من طنطا إلى دمنهور
$٤٠٠ = ٠,٤٠ \times ١,٠٠٠$	٣- من الإسكندرية إلى الإسماعيلية
$٢٤٠٠ = ٠,٦٠ \times ٤,٠٠٠$	٤- من الإسكندرية إلى بنها
$٢٠٠٠ = ٠,٤٠ \times ٥,٠٠٠$	٥- من طنطا إلى بنها
$٣٦٤٠ = ٠,٢٦ \times ١٤,٠٠٠$	٦- من القاهرة إلى الإسماعيلية
$٣٣٠٠ = ٠,٣٠ \times ١١,٠٠٠$	٧- من القاهرة إلى دمنهور
<u>١٤٥٤٠</u>	
$٥٣٩٠ = ٠,٤٩ \times ١١,٠٠٠$	تكلفة الإنتاج
<u>١٩٩٣٠</u>	الجملة



## الفصل السادس

### تصميم الخط الإنتاجي

من خلال أمثلة محلولة

- ◀ بناء خط الإنتاج .
- ◀ معايير بناء خط الإنتاج .
- ◀ معيار وقت الإنجاز .
- ◀ معيار عدد الأنشطة السابقة .
- ◀ معيار عدد الأنشطة التالية .
- ◀ معيار الوزن المركزي



## تصميم الخط الإنتاجى من خلال أمثلة محلولة

تدريب :

س١ : كيف تفسر الفرق بين تكلفة البرنامج السريع قبل وبعد إعداد شبكة أدنى وقت وأدنى تكلفة .

س٢ : هل يصاحب الاختلاف فى التكلفة اختلاف فى الزمن ؟

مثال :

يرغب مدير الإنتاج فى تصميم خط إنتاجى بطاقة ٢٠٠ وحدة فى اليوم والجدول التالى يوضح الوقت اللازم لإنجاز كل نشاط وكذلك طبيعة التتابع الفنى بين هذه الأنشطة .

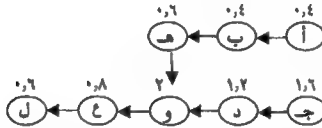
النشاط	الزمن (دقيقة)	الأنشطة التالية
أ	٠,٤	ب
ب	٠,٤	هـ
جـ	١,٦	د
د	١,٢	و
هـ	٠,٦	و
و	٢	ع
ع	٠,٨	ل
ل	٠,٦	نهاية

والمطلوب : تصميم خط الإنتاج المناسب إذا علمت أن ساعات العمل المتاحة فى اليوم ٨ ساعات .

## للتحليل :

يتطلب تصميم الخط الإنتاجى المناسب اتباع الخطوات الآتية :

**أولاً :** رسم خريطة التتابع الفته للأنشطة، والتي تعكس طبيعة التتابع أو العلاقة الفنية بين الأنشطة حيث تميز بين الأنشطة المتتابعة التي لا يمكن البدء فيها قبل الانتهاء من أنشطة معينة وكذلك الأنشطة المتوازية التي يمكن إنجازها فى نفس الوقت، وتأخذ الخريطة الشكل التالى حيث يتم التعبير عن كل نشاط بالرمز الدال عليه وبوضع داخل دائرة مغلقة يخرج منها سهم يتجه مباشرة إلى النشاط التالى له وذلك كما يلى :



**ثانياً :** إيجاد مجموع الزمن اللازم لإنتاج وحدة واحدة من المنتج ويساوى مجموع أزمنة الأنشطة الفنية المطلوب القيام بها لتحقيق ذلك .

$$٧,٦ = ٠,٦ + ٠,٨ + ٢ + ١,٢ + ١,٦ + ٠,٦ + ٠,٤ + ٠,٤$$

**ثالثاً :** فى ضوء ذلك يكون الحد الأقصى للإنتاج عندما تؤدى جميع الأنشطة

فى شكل تتابع على النحو التالى :

الوقت المتاح فى اليوم

مجموع أزمنة الأنشطة

$$= \frac{٦٠ \times ٨}{٧,٦} = ٦٨,٢ \text{ وحدة .}$$

وحيث أن حجم الطلب المتوقع ٢٠٠ وحدة وهو أكبر من ٦٨,٧ وحدة يتطلب الأمر من مدير الإنتاج أن يصمم خط الإنتاجى يساعد على الوفاء بالكمية المطلوبة ويمكن تحقيق ذلك من خلال تكوين محطات عمل work stations بحيث تتضمن كل محطة مجموعة من الأنشطة التى يمكن تجميعها معا من الناحية الفنية على أن يتم الأداء فى هذه المحطات بشكل متوازى أى فى نفس الوقت .

ويمكن معرفة زمن الأداء المطلوب كل دورة فى محطة العمل من خلال معرفة حجم الطلب المتوقع أو معدل الإنتاج المرغوب وأيضا معرفة الوقت المتاح للإنتاج حيث أن زمن الدورة Cycle يمثل الحد الأقصى من الوقت المتاح لإتمام وحدة واحدة من المنتج، وفى ضوء ذلك يمكن إيجاد زمن الدورة المستخدم باستخدام المعادلة الآتية :

$$\frac{\text{الوقت المتاح للإنتاج}}{\text{مجموع الإنتاج المرغوب}} = \frac{60 \times 8}{200} = 2,4 \text{ وحدة .}$$

وإبعا : تحديد الحد الأدنى من محطات العمل اللازم للوفاء بالكمية المطلوبة فى ضوء الحد الأقصى من الوقت المتاح لإتمام الوحدة (زمن الدورة) ويتطلب ذلك معرفة مجموعة أزمنة الأنشطة الفنية المطلوبة لإتمام الوحدة عندما يؤدي كل نشاط مستقل .

ويمكن إيجاد ذلك باستخدام المعادلة الآتية :

$$\frac{\text{مجموع أزمنة الأنشطة اللازم لإتمام الوحدة}}{\text{زمن الوحدة}} = \frac{\text{الحد الأدنى لعدد محطات العمل}}{\text{الحد الأدنى لعدد محطات العمل}} = \frac{7,6}{2,4} = 3,17 = 4 \text{ محطات عمل .}$$

**خامساً :** فى ضوء خريطة التتابع الفنى وزمن الدورة المطلوب والحد الأدنى لعدد محطات العمل يمكن تصميم الخط الإنتاجى ، أى توزيع الأنشطة على محطات العمل المختلفة ، ويمكن تحقيق ذلك باستخدام القواعد الآتية :

- ١- البدء بالنشاط الذى يحتاج لوقت أكبر .
- ٢- البدء بالنشاط الذى يتبعه أكبر عدد من الأنشطة .
- ٣- البدء بالنشاط الذى يسبقه أكبر عدد من الأنشطة.
- ٤- البدء بالنشاط الذى يحقق أكبر وزن مركزى أى (مجموع وقت كل نشاط + أوقات الأنشطة التالية له)

وسوف نبدأ بتطبيق القاعدة الأولى :

- ١-البدء بالنشاط الذى يحتاج لوقت أكبر .

يتم تصميم جدول التوزيع على النحو التالى :

العطل	الوقت المتبقى فى المحطة	زمن النشاط	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	النشاط الممكن فניה	زمن الدورة فى المحطة	ترتيب المحطة
	٠,٨	١,٦	ج	أ ، ج	٢,٤	١
	٠,٤	٠,٤	أ	أ ، د		
	—	٠,٤	ب	ب ، د		
٠,٦	١,٢	١,٢	د	هـ ، د	٢,٤	٢
	٠,٦	٠,٦	هـ	هـ		
٠,٤	٠,٤	٢	و	و	٢,٤	٣
١	١,٦	٠,٨	ع	ع	٢,٤	٤
	١	٠,٦	ل	ل		



$$\text{مجموع وقت العطل} = ١ + ٠,٤ + ٠,٦ = ٢$$

$$\text{كفاءة الخط} = ١ - \frac{\text{وقت العطل}}{\text{وقت الدورة} + \text{عدد المحطات}}$$

$$= ١ - \frac{٢}{٢,٤ \times ٤} = ٧٩\%$$

### القاعدة الثانية :

الترتيب على أسس البدء بالنشاط الذى يليه أكبر عدد من الأنشطة :

أولا : نبدأ بتحديد عدد الأنشطة لكل نشاط وتقوم بترتيب الأنشطة فى ضوء

ذلك على النحو التالى :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	٥	١
ب	٤	٣
ج	٤	٢
د	٣	٤
هـ	٣	٥
و	٢	٦
ع	١	٧
ك	صفر	٨

وبلاحظ أن النشاط ( أ ) أو النشاط (ج) لهما نفس عدد الأنشطة التالية

لذلك نبدأ بالنشاط الذى يحتاج إلى زمن تنفيذ أكبر، وكذلك النشاط (د)، (هـ)

لذلك نطبق القاعدة .

ثانياً : تخصيص الأنشطة محطات العمل كما هو موضح في الجدول التالي :

نوع المحطة	زمن المورة في المحطة	النشاط الممكن فيها	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى في المحطة	المطل
١	٢,٤	١,٦ ٠,٤	أ	٠,٤	٢	
		١,٦ ٠,٤	أ, ج	١,٦	٠,٤	
		١,٦ ٠,٤		٠,٤	-	
٢	٢,٤	١,٢ ٠,٤	ب, ج			
		١,٢ ٠,٤	ب			
		٠,٦	ب, د	١,٢		
		١,٢	د	٠,٦		
		١,٢	د	٠,٦		
		١,٦ ٢	هـ			
		٠,٦	هـ, و			
٣	٢,٤	٢ و	و	٢	٠,٤	
٤	٢,٤	٠,٨ ع	ع	٠,٨	١,٦	١
		٠,٦ ل	ل	٠,٦	١	
		-	-	-	-	

إجمالي وقت العطل  $٠,٦ + ٠,٤ + ١ = ٢$

وبالتالى تكون نسبة الكفاءة معادلة لنسبة الكفاءة فى ظل استخدام قاعدة الوقت الأكبر أولاً .

### القاعدة الثالثة :

البدء بالنشاط إلى يسبقه أكبر عدد من الأنشطة .

أولاً : نبدأ بتحديد الأنشطة التى تسبق كل نشاط ونقوم بترتيب الأنشطة فى ضوء ذلك على النحو التالى :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	-	٨
ب	١	٦
ج	-	٧
د	١	٥
هـ	٢	٤
و	٣	٣
ع	٤	٢
ك	٥	١

ثانيا : تخصيص الأنشطة على محطات العمل على النحو التالي :

رقم المحطة	زمن المורה في المحطة	النشاط الممكن فيها	النشاط المناسب حسب القائمة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقي في المحطة	المطل
١	٢,٤	١,٦ ٠,٤		١,٦	٠,٨	
		أ , ج	ج	٠,٤	٠,٤	
		١,٢ ٠,٤		٠,٤	-	
		ب , ج	أ			
		١,٢ ٠,٤				
		ب , د	ب			
٢	٢,٤	١,٢ ٠,٦		٠,٦	١,٨	
		هـ , د	هـ	١,٢	٠,٦	
		٢-				
		د	د			
			-	-	٠,٦	
٣	٢,٤	٢ و	٢	و	٠,٤	
			-	-	٠,٤	
٤	٢,٤	ع ٠,٨	ع	٠,٨	١,٦	
		ل ٠,٦	ل	٠,٦	١	
		-	-	-		

$$\text{مجموع وقت العطل} = 0,6 + 0,4 + 1 = 2$$

$$\text{معدل كفاءة الخط} = 79\%$$

#### القاعدة الرابعة :

البدء بالنشاط الذى يحقق وزن مركزي أكبر .

أولاً : نبدأ بتحديد الوزن المركزي لكل نشاط ثم نقوم بترتيب الأنشطة وفق هذا

المعيار مع الأخذ فى الحسبان أن :

الوزن المركزي للنشاط = زمن النشاط + مجموع أزمنة الأنشطة التالية له

والجدول التالى يوضح ذلك .

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	4,8	3
ب	4,4	4
ج	6,2	1
د	4,8	2
هـ	4	5
و	3,4	6
ع	1,4	7
ل	0,6	8

ثانيا : تخصيص الأنشطة على محطات العمل :

رقم المحطة	زمن الدورة في المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى في المحطة	العطل
١	٢,٤	أ ، جـ	جـ	١,٦	٠,٨	
		أ ، جـ	أ	٠,٤	٠,٤	
		١,٢ ٠,٤	ب	٠,٤	—	
٢	٢,٤	هـ ، د	د	١,٢	١,٢	
		هـ	هـ	٠,٦	٠,٦	
			—			٠,٦
٣	٢,٤	و	و	٢	٢,٤	
			—			٠,٤
٤	٢,٤	ع	ع	٠,٨	١,٦	
		ل	ل	٠,٦	١	١
		—				

$$\text{وقت العطل} = ١ + ٠,٦ + ٠,٤ = ٢$$

$$\text{نسبة الكفاءة} = ٧٩\%$$

نلاحظ أن كفاءة الإنتاج متساوية في ظل استخدام طرق التخصيص المختلفة إلا أنه يمكن الإشارة إلى :

أولا : لا توجد أفضلية مطلقة لطريقة تخصيص على الأخرى إذ يتوقف الأمر على عدد العمليات وأيضا على طبيعة التتابع والعلاقة الفنية بين الأنشطة وأيضا الزمن اللازم لإنجاز كل نشاط .

ثانيا : من الممكن أن يختلف مستوى كفاءة الخط الإنتاجي باختلاف المعيار أو القاعدة المستخدمة في التخصيص ومن ثم يفضل أسلوب التوزيع الذي يحقق أقل نسبة عطل وأكبر معدل كفاءة .

### مثال :

يرغب أحد المديرين فى تصميم خط إنتاج يسمح بمعدل إنتاج ٣٠ وحدة فى الساعة والجدول التى يوضح زمن إنجاز كل نشاط والعلاقة الفنية بين الأنشطة :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	٨٤	—
ب	٣٠	أ
ج	٣٦	ب
د	٤٢	ب
هـ	٤٨	ب
و	٣٠	ج
ع	٦٠	د، هـ
ل	٣٠	و، ع

### المطلوب :

تصميم خط الإنتاج فى ضوء المعايير المختلفة موضحا أفضل معيار يفضل مدير الإنتاج الاعتماد عليه .

الحل :

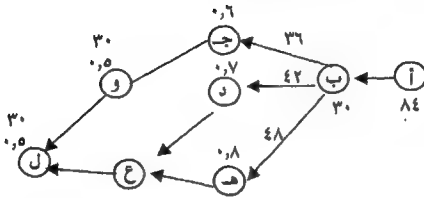
أولا : تحديد زمن الدورة المثالى :

$$\text{الوقت المتاح} = \frac{60}{20} = \frac{3}{2} \text{ دقيقة}$$

ثانيا : تحديد الحد الأدنى لعدد محطات العمل اللازمة :

$$\text{مجموع أزمنة الأنشطة} = \frac{360}{120} = 3 \text{ محطات}$$

ثالثا : رسم خريطة التتابع الفني :



ثالثا : تصميم الخط الإنتاجي وفق المعايير المختلفة .

أولا : البدء بالنشاط الأكبر رقما :

رقم المحطة	زمن الدورة في المحطة	النشاط الممكن فيها	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقي في المحطة	المطل
١	١٢٠	أ	أ	٨٤	٣٦	٦
٢	١٢٠	ج، د، هـ	هـ	٤٨	٧٢	٣٠
		ج، د، ع	د	٤٢	٣٠	
٣	١٢٠	ج، ع	ع	٦٠	٦٠	٢٤
		ج	ج	٣٦	٢٤	
٤	١٢٠	و		٣٠	٩٠	٦٠
		ل		٣٠	٦٠	

$$\text{مجموع وقت التعلل} = ٦٠ + ٢٤ + ٣٠ + ٦ = ١٢٠$$

$$\text{نسبة الكفاءة} = \frac{\text{مجموع زمن التشغيل الأنشطة}}{\text{عدد المحطات} \times \text{زمن المحطة}} \times 100$$

$$75\% = 100 \times \frac{120}{120 \times 160} =$$

### القاعدة الثانية :

أكبر عدد من الأنشطة التالية :

أولا : ترتيب الأنشطة حسب المعيار السابق :

الترتيب	عدد الأنشطة	النشاط
١	٧	أ
٢	٦	ب
٥	٢	ج
٤	٢	د
٣	٢	هـ
٧	١	و
٦	١	ع
٨	—	ل



ثانيا : توزيع الأنشطة على المحطات :

رقم المحطة	زمن الدورة في المحطة	النشاط الممكن فيها	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى في المحطة	المطل
١	١٢٠	أ	أ	٨٤	٣٦	٦
		ب	ب	٣٠	٦	
٢	١٢٠	ج، د، هـ	هـ	٤٨	٧٢	
		د، ج، ع	د	٤٢	٣٠	٣٠
٣	١٢٠	ج، ع، و	ع	٣٦	٩٠	
		ع، و	و	٦٠	٢٤	٢٤
٤	١٢٠	و، ل	و	٣٠	٩٠	
		ل، -	ل	٣٠	٦٠	٦٠

$$\text{مجموع وقت التعطل} = ٦٠ + ٢٤ + ٣٠ + ٦ = ١٢٠$$

$$\text{نسبة الكفاءة} = ٧٥\%$$

القاعدة الثالثة :

أكبر عدد من الأنشطة السابقة

أولا : ترتيب الأنشطة حسب المعيار السابق :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	-	٨
ب	١	٧
ج	٢	٦
د	٢	٥
هـ	٢	٤
و	٣	٣
ع	٣	٢
ل	٤	١

ثانيا : توزيع الأنشطة على محطات العمل في ضوء الترتيب السابق للأنشطة  
مع مراعاة التتابع الفني والحد الأقصى لزمان المحطة .

رقم المحطة	زمن الدورة في المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة الستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى في المحطة	المطل
١	١٢٠	أ ب ج د هـ	أ ب	٨٤ ٣٠	٣٦ ٦	٦
٢	١٢٠	ج، د، هـ ج، د ج، ع	هـ د	٤٢ ٤٨	٧٢ ٣٠	٣٠
٣	١٢٠	ج، ع و، ع و	ع جـ	٣٦ ٦٠	٦٠ ٢٤	٢٤
٤	١٢٠	و ل -	و ل	٣ ٣٠	٩٠ ٦٠	٦٠

مجموع وقت التعمل = ١٢ = ٦٠ + ٢٤ + ٣٠ + ٦

نسبة الكفاءة = ٧٥٪

**القاعدة الرابعة :**

البدء بالنشاط الذي يحقق وزن مركزي أكبر .

أولا : ترتيب الأنشطة حسب المعيار السابق :

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	١٢٠	١
ب	١٢٦	٤
ج	٩٦	٥
د	١٦٢	٢
هـ	١٣٨	٣
و	٦٠	٧
ع	٩٠	٦
ل	٣٠	٨

ثانيا : توزيع الأنشطة على محطات العمل وفق السابق ومع مراعاة التتابع الفنى للتتابع والوقت المتاح فى كل محطة.

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	المطل
١	١٢٠	أ ب ج د هـ	أ ب	٨٤ ٣٠	٣٦ ٦	٦
٢	١٢٠	ج د هـ ج د ج ع	هـ د	٤٨ ٤٢	٧٢ ٣٠	٣٠
٣	١٢٠	ج ع ج و	ع ج	٣٦ ٣٦	٦٠ ٢٤	٢٤
٤	١٢٠	و ل ـ	و ل	٣٠ ٣٠	٩٠ ٦٠	٦٠

مجموع وقت التعطل = ٦٠ + ٢٤ + ٣٠ + ٦ = ١٢٠

نسبة الكفاءة = ٧٥٪

والآن نعرض لافتراض جديد:

ماذا لو رغب مدير الإنتاج فى زيادة معدل الإنتاج فى الساعة إلى  $\frac{1}{3}$  وحدة هل يتطلب ذلك زيادة فى عدد محطات العمل وهل سيؤدى إلى انخفاض وقت العمل وبالتالي هل سيؤثر الإيجاب أم سلبا على حصول الكفاءة وتأثير ذلك على معيار التوزيع المستخدم .

## التحليل :

يتم إيجاد متطلبات التوزيع في ضوء الافتراض الجديد وذلك على

النحو التالي :

$$\text{أولا : زمن الدورة المرغوب} = \frac{\text{الوقت للمتاح}}{\text{الإنتاج المطلوب}}$$

$$= \frac{60 \times 60}{33,3} = 108 \text{ ثانية .}$$

$$\text{ثانيا : الحد الأدنى لعدد المحطات} = \frac{360}{108} = 3,3 = 4$$

ثانيا : توزيع الأنشطة على محطات العمل في ضوء زمن الدورة المرغوب وخريطة التتابع الفني السابق الإشارة إليها .

رقم المحطة	زمن الدورة في المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقي في المحطة	العطل
١	١٠٨	أ ب	أ	٨٤	٢٢	٢٢
٢	١٠٨	ب ج، د، هـ ج، د	ب هـ	٣٠ ٤٨	٧٨ ٣٠	٣٠
٣	١٠٨	ج، د ج، ع ج	د ع	٤٢ ٦٠	٦٦ ٦	٢٤
٤	١٠٨	ج و ل	ج و ل	٣٦ ٣٠ ٣٠	٧٢ ٤٢ ١٢	٦٠

$$\text{مجموع وقت التعطل} = ٧٠ = ١٢ + ٦ + ٣٠ + ٦ = \text{مجموع وقت العمل}$$

$$\text{نسبة الكفاءة} = ١ - \frac{\text{مجموع وقت التعطل}}{\text{عدد المحطات} \times \text{زمن الدورة}}$$

$$= ١ - \frac{٧٠}{١٠٨ \times ٤} = ٨٣\%$$

## القاعدة الثانية :

أولا : البدء بالنشاط الذى يحقق وزن مركزى أكبر ترتيب الأنشطة

النشاط	عدد الأنشطة	الترتيب
أ	٢١٠	١
ب	١٢٦	٤
ج	٩٦	٥
د	١٦٢	٢
هـ	١٣٨	٣
و	٦٠	٧
ع	٩٠	٦
ل	٣٠	٨

ثانيا : توزيع الأنشطة على المحطات :

رقم المحطة	زمن الدورة فى المحطة	النشاط الممكن فنيا	النشاط المناسب حسب القاعدة المستخدمة	زمن النشاط	الوقت المتبقى فى المحطة	المطل
١	١٠٨	أ	أ	٨٤	٢٢	٢٢
٢	١٠٨	ب ج، د، هـ ج، هـ	ب د	٣٠ ٤٢	٧٨ ٣٦	٣٦
٣	١٠٨	ج، هـ ج، ع ع، و	هـ ج	٤٨ ٣٦	٦٠ ٢٤	٢٤
٤	١٠٨	ع، و و ل	ع و و	٦٠ ٣٠ ٣٠	٦٠ ٣٠ —	٦٠

$$\text{مجموع وقت التعلل} = ٢٢ + ٣٦ + ٢٤ = ٨٢$$

مجموع وقت التعلل

نسبة الكفاءة = ١ -  $\frac{\text{عدد المحطات} \times \text{زمن الدورة}}{\text{مجموع وقت التعلل}}$

$$= ١ - \frac{٨٤}{١٠٨ \times ٥} = ٠,١٩٤$$



## الفصل السابع

### التنبؤ

◀ الاعتبارات اللازمة للتنبؤ .

◀ طرق التنبؤ .

◀ بعض طرق التنبؤ الإحصائية .





## الفصل السابع

### التنبؤ

نتعرض فى هذا الفصل للتنبؤ بالطلب، فنتناول فيه الاعتبارات الواجب مراعاتها عند القيام بالتنبؤ بالطلب ونستعرض إجراءات التنبؤ وطرق التنبؤ، وفى الفصل التالى نتعرض للكيفية التى يتم بها التحويل التنبؤ إلى عناصر محددة لمختلف التسهيلات الإنتاجية.

#### أولاً: اعتبارات اللازمة للتنبؤ:

١- يجب أن يتم اعتماداً على وجود سياسة عامة تتحدد فى ضوءها الموارد المتاحة للإنتاج. لأنه بدون وجود سياسة عامة لا يمكن تحديد مستويات لتصنيع السلعة أو الخدمة أو تحديد درجات المهارة المطلوبة من العاملين، أو تحديد نوعية المعدات ومستويات المخزون المناسبة.

٢- يجب متابعة نتائج التنبؤ بصفة مستمرة، لأنه من النادر أن تتطابق نتائج التنبؤ مع الواقع. فسلوك المتغيرات التى يتم التنبؤ بها وكذلك الظروف المحيطة بها ليست ثابتة ومؤكدة بل هى متغيرة ومتقلبة. وعملية المتابعة المستمرة تساعد على إجراء التعديلات فى التنبؤات كلما اقتضت الظروف ذلك.

٣- يجب مراعاة الدقة النسبية فى التنبؤ، وذلك باختيار الطريقة المناسبة للظروف السائدة فالبدائل من طرق التنبؤ المساحة لتفاوت فى دقتها وتكلفتها بين طرق دقيقة ولكنها مكلفة، وطرق عبر دقيقة ولكنها غير مكلفة. القاعدة العامة فى هذا الموقف هى الوصول إلى توازن بين الدقة والتكلفة مع ذلك يجب أن يتوافر مسموحات لاستעיاب أثر المعلومات غير الكاملة.

٤- يجب أن توضع التنبؤات فى صورة وحدات مادية يمكن قياسها، لأن التقديرات غير الملموسة تخضع لتفسيرات تختلف باختلاف المواقف. فالإنسان يميل إلى تفسير الظواهر من وجهة نظره التى تعكس قناعاته ورضاء النفسى. أما إذا كانت الظواهر محددة وملموسة فإن احتمالات التفسيرات الخاطئة تكون عند حدها الأدنى.

٥- يجب أن يراعى عنصر التوقيت عند القيام بالتنبؤ وعند وضع التطبيق. إذ لا يجب أن يتم العمل بالتنبؤات بعد أن تكون قد انقضت أو تلاشت الظروف التى تم فيها، فإذا اتسعت الفجوة الزمنية بين إجراء التنبؤات واستخدامها فلا بد من تعديل أو حتى إعادة التنبؤات. فالتنبؤات عادة تقوم على افتراض توافر عدد من الثوابت وكذلك عدد من المتغيرات فى فترة زمنية معينة. فالفترة التى تعطىها التنبؤ بالآلات وهى فترة طويلة نسبياً لا بد وأن تختلف عن الفترة اللازمة للتنبؤ بالاحتياجات من العمالة أو شراء المواد الأولية. ففى الحالة الأولى قد تمتد الفترة إلى عدد من السنوات فى حين أن الثانية لا تتطلب أكثر من عدة شهور.

٦- يجب أن يتم التفرقة بين المرونة فى التنبؤ والمرونة فى الخطط. فالمرونة فى التنبؤ مشروطة بظروف لا تحتل أكثر من تفسير. أما المرونة فى الخطط فهى مقبولة لأنها تبيّن حدوداً دنيا وحدوداً قصوى لا يجوز التصرف خارجها.

٧- يجب أن تحدد فترة التنبؤ بطريقة معقولة، إذ لا يجب أن تكون أكبر أو أقل من اللازم فهناك علاقة بين طول الفترة الزمنية ودقة التنبؤ. فكلما طالت فترة التنبؤ تنخفض دقة التنبؤ والعكس بالعكس. ويرجع ذلك إلى الحالات والتغيرات وعدم اليقين المرتبط بالمستقبل.

٨- يجب أن تكون التنبؤات إجمالية كلما أمكن، لأن التنبؤ بعدد من المتغيرات مع بعضها البعض يساعد على توفير الدقة. ويرجع إلى أن بعض الاتجاهات

الإيجابية قد تلغى الاتجاهات السلبية، فيكون التنبؤ الإجمالي أكثر من التنبؤ الجزئى.

### ثانياً : طرق التنبؤ:

لكى نتفهم الخصائص العامة لتنبؤ المختلفة وإجراءات كل طريقة ونقاط القوة والضعف فى كل طريقة، قد يكون من المفيد أن نتعرف أولاً على ما هو المقصود بالتنبؤ.

يقصد بالتنبؤ تلك العملية الفنية التى تستخدم لتحويل الخبرة الماضية إلى أشياء نتوقع حدوثها. وهذه العملية تتطلب عمل تقديرات نسبية ومطلقة المدى، تبين أهمية القوى التى يتوقع أن تؤثر على ظروف التشغيل فى المستقبل.

ولا يوجد طريقة واحدة يمكن استخدامها فى عملية التنبؤ، ولكن هناك العديد من الطرق التى ينبغى الاختيار من بينهما . ويتوقف اختيار الطريقة الملائمة على عدد من الاعتبارات هى:

- ١- طبيعة المنظمة.
- ٢- نوع المنتجات.
- ٣- المهارات المتوافرة.
- ٤- نظم المعلومات المستخدمة.
- ٥- فلسفة الإدارة.

ويمكن أن نميز بين نوعين من طرق التنبؤ هما :

١- الطرق الحكمية أو الكيفية Qualitative

٢- الطرق الكمية Qualitative .

### أولاً: طرق التنبؤ الحكمية:

يقصد بطرق التنبؤ الحكمية تلك التى تعتمد على الأحكام والآراء الشخصية فى تحديد الاتجاهات المؤثرة على التنبؤات مثل أحكام وآراء الخبراء، ورجال البيع والمستهلكين. وهى قد تبدأ بآراء فردية ثم يتم مراجعتها

بعد ذلك بواسطة جماعة من الأفراد يمثلون الإدارة العليا. ومن النادر أن تعتمد المنظمات على طريقة واحدة في كل ظروف. إذ يتوقف الأمر على درجة الدقة المطلوب الوصول إليها والاعتمادات المخصصة لعملية التنبؤ.

وتسمح طرق التنبؤ الحكمية بالتغلب على المعلومات التي لا تقبل القياس الكمي، أو في المجالات السريعة أو في حالات تقديم منتجات أو خدمات جديدة.

ورغم هذه الطرق تتمتع بالبساطة وعدم التعقيد وانخفاض التكاليف إلا أنها لا ترقى في دقتها إلى طرق التنبؤ الأخرى. ويمكن القول بصفة عامة أن هناك اتجاهاً للربط بين ارتفاع التكاليف ودقة التنبؤات المعتمدة على هذه الطرق.

وسوف نعرض لأهم التنبؤ الحكمية وهي:

#### ١- آراء رجال البيع:

وتقوم هذه الطريقة على سؤال رجال البيع عن تقديراتهم المستقبلية عن اتجاه المبيعات في المنطقة التي يخدمها. ومن الطبيعي أن يتأثر رجال البيع بأحكامهم وآرائهم الشخصية ويرد فعل المستهلك تجاه المنتج واتجاه المبيعات، فمنهم المتفائل والمحافظ ومنهم الواقعي ولذلك فإن تقديراتهم تحتاج إلى تعديل ومن ثم تعطى إلى لجنة مسؤولة عن وضع التنبؤ النهائي.

وهذه اللجنة قد تضم مديري المبيعات في المنظمة والمدير المالي ومدير الإنتاج ومدير التسويق وغيرهم.

وقد تتأثر تقديرات اللجنة بعوامل معينة قد تؤدي إلى تعديلات جديدة في المنتج أو تقديم خطة زيادة الإعلان أو تخفيض سعر البيع لمواجهة المنافسة وتوزيع الدخل وزيادة القوة الشرائية والافتراض ومعدلات السكان والتوظيف لأن كل هذه العوامل تلعب دوراً في مراجعة التنبؤ الأصلي لرجال البيع.

## ٢- آراء المستهلكين:

تقوم هذه الطريقة على سؤال المستهلكين أو مستخدمي السلعة أو الخدمة عن تقديراتهم لاتجاهات الاستهلاك وبالتالي اتجاهات الطلب خلال الفترة التى يعطيها التنبؤ والتى قد تتراوح بين شهر وسنة. وتتم هذه الأسئلة عن طريق المقابلة الشخصية أو دعوة مجموعة من كبار المستهلكين إلى المنظمة أو عن طريق توزيع قائمة استقصاء نتناول بعض أو كل خصائص السلعة أو الخدمة وأسئلة عن ردود فعل المستهلكين تجاهها. وقد تتم هذه الطريقة من خلال الانتقال إلى مراكز تجمع المستهلكين فيما يمكن أن يطلق عليه التنبؤ الميداني بالطلب.

## ٣- آراء لجنة الحكام:

وهى طريقة تستخدم آراء مجموعة من الخبراء فى ميدان معين لإصدار أحكامهم وآرائهم. ومن أهم هذه اللجان ما يعرف بأسلوب "دلفى" حيث يتم استطلاع عدة آراء فردية بطرق منفصلة ثم محاولة التوفيق بينهما باستخدام بعض الأساليب الإحصائية لتحديد معاملات الأنفاق أو الاختلاف على ظاهرة معينة.

## ثانياً: الطرق الكمية:

### ١- طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة

إن طريقة المتوسطات المتحركة هى أسلوب للتنبؤ على اعتماد المتوسطات فى تقدير الطلب مع توزيع الانحرافات الزائدة والناقصة على مجموع قيم المفردات الظواهر عبر سلسلة زمنية محددة. فعندما تتغير قيم مفردات الظواهر المشاهدة تغيراً سريعاً فى فترة إلى أخرى فإن طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة يمكنها تسوية التذبذب العشوائى فى القيم.

لأن المتوسط المتحرك بصفة عامة هو المتوسط الذى يتم استخدامه لتسوية الارتفاعات والانخفاضات فى البيانات بصورة مستمرة مع مرور الوقت. ويتم ذلك بإضافة وحذف القيم الشاذة.

وتظهر الحاجة إلى المتوسطات المتحركة عندما تنطوى القيم التاريخية على كمية من التغير ذات التأثير على التغيرات المنتظمة، وليس معنى ذلك أن طريقة المتوسطات المتحركة يمكنها استبعاد كل التغيرات فهذه الطريقة لا يمكنها استبعاد مستوى التغيرات العشوائية. والمعادلة العامة للمتوسطات المتحركة هى:

$$م ق س = \frac{ط ف س-١ + ط ف س-٢ + ط ف س-٣ + ... + ط ف س-ن}{ن}$$

حيث :

م ق س : هى الطلب المقدر للفترة س

ط ف س-١ ، ط ف س-٢ ، ط ف س-٣ ... ط ف س-٥ الطلب الفعلى للفترة الزمنية س-١ ، س-٢ ، س-٣ ، س-٤ ، س-٥ .

ن : عدد الفترات الزمنية المستخدمة فى حساب المتوسط .

**مثال:**

ترغب شركة المنتجات الحديثة التنبؤ بالطلب على منتجاتها من

الثلاجات خلال شهر يوليو، فإذا علمت أن تعليمات مدير الإنتاج تقضى لأتى:

١- استخدام المتوسط المتحرك البسيط على أساس ٤ فترات.

٢- استخدام السلسلة الزمنية التالية:

الطلب	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو
القيمة بالآلاف	٤٠	٤٨	٤٤	٥٢	٥٢	؟

الحل: أولاً: نفرض أن:

م ق س : هي الطلب المقدر للفترة س.

ط ف س-١ ، ط ف س-٢ ، ط ف س-٣ .. ط ف س-٥ : الطلب الفعلي للفترات الزمنية  
س-١ ، س-٢ .. س-٥ : ن  
ن : عدد الفترات الزمنية المستخدمة.

ثانياً: باستخدام الافتراضات السابقة يمكن صياغة معادلة المتوسط المتحرك  
البسط على النحو التالي:

$$\text{م ق س} = \frac{\text{ط ف س} + \text{ط ف س-١} + \text{ط ف س-٢} + \text{ط ف س-٣} + \text{ط ف س-٤} + \text{ط ف س-٥}}{\text{ن}}$$

ثالثاً: استخراج أرقام الطلب لشهر يوليو بتطبيق المعادلة السابقة على  
النحو التالي:

$$\text{م ق يوليو} = \frac{٤٨ + ٤٤ + ٥٢ + ٥٧}{٤} = \frac{١٩٦}{٤}$$

$$= ٤٩$$

$$= ٤٩٠٠٠ \text{ فلاجة}$$

مثال آخر:

المطلوب التنبؤ بالطلب باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة على ثلاثة  
وأربع فترات وذلك من البيانات التالية:

الشهور	١	٢	٣	٤	٥	٦
الطلب	٢٠٠	٢٥٠	٢٢٠	٢١٠	٢١٥	٢٢٥
الشهور	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الطلب	٢٠٠	٢١٠	٢١٨	٢١٢	٢٠٥	٢٠٥

الحل :

متوسط متحرك ٣ شهور

$$٢٢٣,٣ = \frac{٢٢٠ + ٢٥٠ + ٢٠٠}{٣}$$

$$٢٢٦,٦ = \frac{٢١٠ + ٢٢٠ + ٢٥٠}{٣}$$

$$٢١٥ = \frac{٢١٥ + ٢١٠ + ٢٢٠}{٣}$$

$$٢١٦,٦ = \frac{٢٢٥ + ٢١٥ + ٢١٠}{٣}$$

$$٢١٣,٣ = \frac{٢٠٠ + ٢٢٥ + ٢١٥}{٣}$$

$$٢١١,٦ = \frac{٢١٠ + ٢٠٠ + ٢٢٥}{٣}$$

$$٢٠٩,٣ = \frac{٢١٨ + ٢١٠ + ٢٠٠}{٣}$$

$$٢١٣,٣ = \frac{٢١٢ + ٢١٨ + ٢١٠}{٣}$$

$$٢١١,٦ = \frac{٢٠٥ + ٢١٢ + ٢١٨}{٣}$$

متوسط متحرك ٤ شهور

$$٢٢٠ = \frac{٢٠٠ + ٢٢٠ + ٢٥٠ + ٢٠٠}{٤}$$

$$٢٢٣,٧٥ = \frac{٢١٥ + ٢١٠ + ٢٢٠ + ٢٥٠}{٤}$$

$$٢١٧,٥ = \frac{٢٢٥ + ٢١٥ + ٢١٠ + ٢٢٠}{٤}$$

$$٢١٢,٥ = \frac{٢٠٠ + ٢٢٥ + ٢١٥ + ٢١٠}{٤}$$

$$٢٢٠ = \frac{٢١٠ + ٢٠٠ + ٢٢٥ + ٢١٥}{٤}$$

$$٢١٣,٢٥ = \frac{٢١٨ + ٢١٠ + ٢٠٠ + ٢٢٥}{٤}$$

$$٢١٠ = \frac{٢١٢ + ٢١٨ + ٢١٠ + ٢٠٠}{٤}$$

$$٢١١,٢٥ = \frac{٢٠٥ + ٢١٢ + ٢١٨ + ٢١٠}{٤}$$



وتتصف هذه الطريقة بقدرتها على إلغاء التغيرات العشوائية السالبة والموجبة، كما أنها تقوم على استخدام البيانات المتوافرة في السجلات الماضية للتنبؤ بالمستقبل، لأن رقم الطلب الفعلى خلال أى فترة زمنية معينة يكون متاحاً خلال نهاية تلك الفترة، فمثلاً يتم التنبؤ بالطلب فى شهر مايو فى نهاية شهر أبريل، والطلب فى يوليو فى نهاية شهر يونيو وهكذا. ويعاب على هذه الطريقة بأنها لا تستجيب بسرعة كافية للتغيرات فى البيانات الفعلية، كما أن تعطى أوزاناً متساوية لأرقام الطلب خلال الفترات الزمنية، فمثلاً، عند استخدام فترة تنبؤ مقدارها ٣ شهور نجد أن الوزن النسبى لكل فترة هو ٣٣٪ وعندما تستخدم فترة تنبؤ مقدارها ٤ شهور فإن الوزن النسبى لكل فترة هو ٢٥٪.

## ٢- المتوسطات المتحركة المرجحة:

إن طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة هذه طريقة للتنبؤ تعتمد على إعطاء أوزان مختلفة لكل فترة زمنية من فترات التنبؤ. وهى تتشابه مع طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة فى اعتمادها على البيانات التاريخية، وفى قدرتها على استبعاد التغيرات العشوائية، وفى قيامها على إضافة التيم الحديثة وإسقاط القيم القديمة. ولكنها تختلف مع طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة فى أنها تعطى أوزاناً مختلفة الزمنية التى يعطيها التنبؤ، وفى هذه الطريقة لا تتساوى الأهمية النسبية لكل فترة زمنية، إنما يكون الوزن النسبى للفترات المبكرة أكبر من الوزن النسبى للفترات المتأخرة. فمثلاً، إذا كان مجموع الأوزان هو واحد صحيح فإن توزيع هذه الأوزان وفقاً لطريقة المتوسط المتحرك البسيط المكون من ٤ فترات هى ٢٥٪ لكل فترة. أما فى طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة فإن الوزن النسبى قد يتخذ الشكل التالى ١٠٪، ٢٠٪، ٣٠٪، ٤٠٪، وهكذا.

والمعادلة العامة لطريقة المتوسطات المتحركة المرجحة هي:

$$م ق س = م ق س-١ و س-١ + م ق س-٢ و س-٢ + م ق س-٣ و س-٣$$

$$و س-٣ \dots م ق س-٥ و س-٥$$

حيث :

م ق س : الطلب المتوقع للفترة الزمنية س .

م ق س-١ ، م ق س-٢ ، م ق س-٣ .. م ق س-٥ : الطلب الفعلي للفترات

س-١ ، س-٢ ، س-٣ ... س-٥ .

ن : فترة التنبؤ المستخدمة .

و س-١ ، و س-٢ ، و س-٣ ... و س-٥ : الوزن النسبي للفترات الزمنية .

**مثال :**

إذا كان شركة المنتجات الحديدية ترغب في التنبؤ بالطلب على  
الثلاجات خلال شهر يوليو :

١- باستخدام المتوسط المتحرك المرجح على أساس ٤ فترات وبأوزان ١٠٪ ،  
٢٠٪ ، ٣٠٪ ، ٤٠٪ .

٢- استخدام السلسلة الزمنية التالية :

الطلب	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو
القيمة الآلاف	٤٠	٤٨	٤٤	٥٢	٥٢	٢

**الحل : أولاً : نفرض أن :**

م ق س : الطلب المقدّر للفترة س .

م ق س-١ ، م ق س-٢ ، م ق س-٣ .. م ق س-٥ : الطلب الفعلي للفترات

الزمنية س-١ ، س-٢ ، س-٣ .. س-٥ .

ن : عدد الفترات الزمنية .

ثانيا : باستخدام هذه الافتراضات يمكن صياغة معادلة المتوسط المتحرك  
المرجح كالآتى :

$$م_{٥٥} = م_{٥٥-١} ف + م_{٥٥-٢} ف + م_{٥٥-٣} ف + م_{٥٥-٤} ف + م_{٥٥-٥} ف$$

استخراج أرقام الطلب لشهر يوليو بتطبيق المعادلة السابقة على النحو التالى:

$$م_{٥٥} = ٥٢ (٠,٤٠) + ٥٢ (٠,٣٠) + ٤٤ (٠,٢٠) + ٤٨ (٠,١٠) \\ = ٢٠,٨ + ١٥,٦ + ٨,٨ + ٤,٨ = ٤٩ \\ = ٤٠ \text{ أى } ٤٠ \times ١٠٠٠ \\ = ٤٠,٠٠٠ \text{ وحدة}$$

مثال آخر :

المطلوب التنبؤ بالطلب باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة

على أربع فترات بافتراض أن الوزن النسبى هو ١٠٪ ، ٢٠٪ ، ٣٠٪ ، ٤٠٪  
وذلك باستخدام الأرقام التالية :

الحل :

الشهر	الطلب	متوسط متحرك ٤ شهور
١	٢٠٠	
٢	٢٥٠	
٣	٢٢٠	
٤	٢١٠	
٥	٢١٥	$٢٣٢ = (٤٠)٢٤٠ + (٣٠)٢٢٠ + (٢٠)٢٥٠ + (١٠)٢٠٠$
٦	٢٢٥	$٢١٨ = (٤٠)٢١٥ + (٣٠)٢١٠ + (٢٠)٢٢٠ + (١٠)٢٥٠$
٧	٢٠٠	$٢١٨,٥ = (٤٠)٢٢٥ + (٣٠)٢١٥ + (٢٠)٢١٠ + (١٠)٢٢٠$
٨	٢١٠	$٢١١,٥ = (٤٠)٢٠٠ + (٣٠)٢٢٥ + (٢٠)٢١٥ + (١٠)٢١٠$
٩	٢١٨	$٢١٠,٥ = (٤٠)٢١٠ + (٣٠)٢٠٠ + (٢٠)٢٢٥ + (١٠)٢١٥$
١٠	٢١٢	$٢١٢,٧ = (٤٠)٢١٨ + (٣٠)٢١٠ + (٢٠)٢٠٠ + (١٠)٢٢٥$
١١	٢٠٥	$٢١٢,٢ = (٤٠)٢١٢ + (٣٠)٢١٨ + (٢٠)٢١٠ + (١٠)٢٠٠$
١٢	٢٠٥	$٢١٠,٢ = (٤٠)٢٠٥ + (٣٠)٢١٢ + (٢٠)٢١٨ + (١٠)٢١٠$

## الطريقة الآسية :

إن إحدى الطرق الأخرى التى تستخدم لتلاقى مشكلات المتوسطات المتحركة هى الطريقة الآسية فهذه الطريقة يمكن استخدامها فى التنبؤ بالطلب دون الحاجة إلى ضرورة لاحتفاظ بقدر كبير من المعلومات التاريخية، كما أنها تسمح بتعديل معدلات الاستجابة للتغيرات بسهولة، وكما هو الحال فى طرق المتوسطات الأخرى، فإن الطريقة الآسية قادرة أيضاً على حذف التقلبات التى تصاحب أنماط الطلب.

وهذه الطريقة تعتمد على تلك الإجراءات التى تتخذ لتقدير الطلب من خلال سلسلة زمنية بحيث تعطى القيم فى هذه السلسلة أوزاناً آسية متدرجة وفقاً لحدائتها. ومعنى ذلك أن تعطى القيم الحديثة وزناً أكبر من القيم القديمة. فكل قيمة جديدة يتم تحديدها بالاسترشاد بالقيم القديمة المقدرة، وذلك بعد تسويتها بإضافة الفرق بين القيمة المقدرة والقيمة الفعلية وفقاً لمعامل تسوية يتم تقديره.

وترجع أهمية هذه الطريقة لعدة أسباب هى :

- ١- تتمتع بسهولة تعديل الأوزان التى تعطى للقيم.
  - ٢- تحتاج إلى كمية محددة من البيانات.
  - ٣- تشجع على استخدام الحاسبات الآلية.
  - ٤- تتلائم مع طبيعة القيم التى تتغير حول متوسطها.
- إن المعادلة العامة لهذه الطريقة يمكن التعبير عنها كما يلى :
- التقدير الجديد = الطلب المقدّر + ك ( الطلب الفعلى - الطلب المقدّر )
- حيث ك عبارة عن معامل التسوية.
- فإذا فرضنا أن :
- حيث ك معامل التسوية

فإذا فرضنا أن :

ط ق<sub>س-١</sub> : الطلب المقدر للفترة س -١ .

ط ف<sub>س-١</sub> : الطلب الفعلي للفترة س -١ .

ط ج<sub>س</sub> : التقدير الجديد للفترة س .

ك : معامل التسوية .

س : الفترة

فإن التنبؤ للفترة الجديدة يمكن استخراجه بالمعادلة التالية :

التنبؤ الجديد = ك ( أحدث طلب فعلي ) + (١-ك)

( التقدير القديم لأحداث طلب فعلي ) .

إن التنبؤات التي تجرى وفقاً لهذه الطريقة هي شكل من أشكال

المتوسطات المتحركة وكل تنبؤ جديد يمثل مجموع التنبؤات المرجحة السابقة.

ويمكن التعبير عن ذلك جبرياً باستخدام الفروض التالية :

ط صفر = الطلب الفعلي للفترة الزمنية الأخيرة.

ط<sub>١</sub> = الطلب الفعلي للفترة الزمنية قبل الأخيرة.

ط<sub>٢</sub> = الطلب الفعلي للفترة الزمنية-الثانية قبل الأخيرة.

ك = معادل التسوية الثابت يتراوح بين صفر وواحد صحيح.

وهكذا فإن المعادلة اللازمة لتقدير متوسط الطلب الجديد تصبح كالآتي :

التنبؤ الجديد = (١-ك) ط صفر + (١+ك) ك<sup>٢</sup> ط + ... + (١-ك)

ك<sup>٥</sup> ط<sub>٥</sub>

ط ج<sub>س</sub> = ط ق<sub>س-١</sub> + ك ( ط ف<sub>س-١</sub> - ك ق<sub>س-١</sub> )

### مثال:

فيما يلي البيانات التي أمكن استخراجها من سجلات إحدى المنظمات الصناعية عن الطلب الفعلي والمتوقع من ثلاثة شهور.

الفترة	فعلي	متوقع
يناير	٢٠	
فبراير	٢٥	٢٢
مارس	٢٣	

والمطلوب: التنبؤ بالطلب لشهر إبريل باستخدام الطريقة الآسية بافتراض معامل تسوية ٠,٤ وان تقديرات الفترة الثانية هي ٢٢ وحدة.

الحل:

أولاً: للحصول على تقدير إبريل نحتاج إلى تقديرات مارس  
 $ق \text{ مارس} = ق \text{ فبراير} + (ط \text{ فبراير} - ق \text{ فبراير})$

حيث:

ق : هو الطلب المقدر، ط: هو الطلب الفعلي.

وباستخدام الأرقام السابقة :

$$ق \text{ مارس} : ٢٢ + ٠,٤ (٢٥ - ٢٢) =$$

$$٢٣,٢ = ٢٢ + ١,٢$$

ثانيا : تحديد تقديرات أبريل :

$$ق \text{ أبريل} = ق \text{ مارس} + (ط \text{ مارس} - ق \text{ مارس})$$

$$ق \text{ إبريل} = ٢٣,٢ + ٠,٤ (٢٣,١٢ - ٢٣) =$$

$$٢٣,١٢ = ٢٣,٢ - ٠,٠٨$$

## طريقة خط الاتجاه العام

تعريف: هى طريقة إحصائية تقوم على استخدام معادلة خط الاتجاه العام (طريقة المربعات الصغرى) فى تحديد العلاقة بين ظواهر معينة والزمن. وتستخدم فى التنبؤ بالطلب على نطاق واسع.

القانون :

$$١ - ط_ز = أ + ب_ز$$

حيث : ط<sub>ز</sub> : الطلب المتوقع خلال فترة زمن الوقت .

أ : الحد الأدنى للطلب المعبر عن نقطة تقاطع منحنى الطلب مع المحور الرأسى .

ب : ميل منحنى الطلب المواجهة لعنصر الزمن .

ولاستخدام هذه المعادلة يلزم استخراج قيمة أ ، ب ويتم استخراج قيمة

ب كالآتى :

$$ب = \frac{\text{مجموع } ط_ز - ن \cdot ط}{\text{مجموع } (ز^2) - (ن \cdot ز)}$$

ويتم استخراج كالآتى :

$$أ = ط - ب_ز$$

حيث : ط =  $\frac{\text{مجموع } ط}{ن}$  ، ز =  $\frac{\text{مجموع } ز}{ن}$

س

مثال:

فيما يلى أرقام الطلب لإحدى الشركات فى السنوات الأخيرة

١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧	١٩٩٨	١٩٩٩	٢٠٠٠
١٤	١٧	١٨	٢١	٢٥	٢٦

المطلوب: تقدير الطلب سنة ٢٠٠١.

الحل:

السنة	الفترة ز	الطلب ط	ط ز	ز
١٩٩٥	١٠	١٤	١٤	١
١٩٩٦	٢	١٧	٣٤	٤
١٩٩٧	٣	١٨	٥٤	٩
١٩٩٨	٤	٢١	٨٤	١٦
١٩٩٩	٥	٢٥	١٢٥	٢٥
٢٠٠٠	٦	٢٦	١٥٦	٣٦
	٢١	١٢١	٤٦٧	٩١

$$\text{نستخرج ط} = \frac{١٢١}{٢١} = ٥,٧٦٢$$

$$\text{نستخرج ز} = \frac{١٢}{٢١} = ٥,٧٦٢$$

$$\text{نستخرج ي} = \frac{(٣,٥) (٢٠,١٦٧) ٦ - ٤٦٧}{٢(٣,٥) ٦ - ٩١} = ٢,٤٨٥$$

$$\text{نستخرج أ} = ٢٠,١٦٧ - (٣,٥) ٢,٤٨٥ = ١١,٤٦٨$$

نستخدم المعادلة الأولى :

$$\text{ط} = ٢,٤٨٥ + ١١,٤٦٨ (٧)$$

$$= ٤٨,٨٦٣ \text{ وحدة .}$$



## بعض طرق التنبؤ الإحصائية

### الدوال الاقتصادية:

يعتمد المدخل الإحصائي للتنبؤ بالمبيعات على الدوال الاقتصادية فالدالة تصف متغيرات اقتصادية ظهرت خلال فترة معينة، وفي كثير من الحالات تجد الشركات أن هناك علاقة مباشرة بين مبيعاتها وهذه التغيرات، وتوافر الدوال المناسبة توافر أداة من أدوات تقدير المبيعات ومن هذه الدوال الآتي:

❖ الدخل الفردي.

❖ الدخل الزراعي.

❖ التوظيف.

❖ حجم الدخل القومي.

❖ أسعار البيع للمستهلك.

❖ أسعار الجملة.

❖ الإبداع في البنوك.

❖ إنتاج الصلب.

❖ الإنتاج الصناعي.

❖ تسجيل السيارات.

وهذه الدوال يمكن أن تحصل عليها الشركة من مصادر مختلفة.

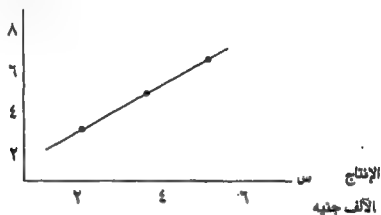
### العلاقة الخطية بين متغيرين:

لتوضيح طريقة استخدام هذا النوع من المعلومات سنعطى المثال التالي ولنفرض أن الشركة وجدت أن كمية إنتاجها وتكلفته لمدة الثلاث الماضية كالآتي:

السنة	المنتج بآلاف الوحدات	التكلفة الصناعية بالآلاف جنيه
الأولى	٢	٤
الثانية	٦	٨
الثالثة	٤	٦

ويمكن تمثيلها كالآتي :

ص التكلفة الصناعية بالآلاف جنيه

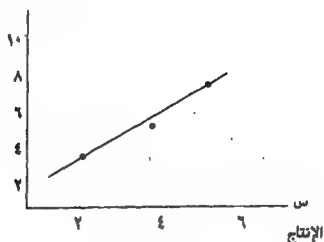


وبفحص هذه العلاقة الدالية نجد أنها تأخذ شكل خط مستقيم يظهر علاقة طردية قوية بين الإنتاج والتكلفة بمعنى أن هناك علاقة قوية طردية بين المتغيرين، ويمكن القول إن التكلفة الصناعية عند أى مستوى من مستويات الإنتاج يمكن أن تتحدد بالنقطة على خط الدالة عند نقطة ص التي تقابل نقطة تقاطع المستوى على الخط المستقيم فعندما يكون مستوى الإنتاج مساوياً ٣٠٠٠ وحدة وستكون التكلفة ٥٠٠٠ جنيه.

نفترض وضعاً آخر:

السنة	المنتج بالآلاف وحدة	التكلفة الصناعية بالآلاف جنيه
١	٢	٤
٢	٦	١٠
٣	٤	٦

من التكلفة الصناعية بالآلاف جنيه



شكل (٣)

من هذا الشكل يتبين لنا أننا لا نستطيع أن نربط النقاط الملائمة بخط مستقيم واحد نتيجة لذلك فإن النقطة لا تقع على خط واحد. ويمكن القول إن هناك علاقة خطية قوية بين هذين المتغيرين ولكنها ليست بالقوة الموجودة في العلاقة الدالية بالمثال السابق. وعلى ذلك فهي أقل على التنبؤ بالتكلفة الصناعية عند مستوى معين من الإنتاج.

ويلاحظ أن العلاقة قد تكون عني شكل منحنى ولكل للبسيط سنقتصر على علاقة الخط المستقيم. وفي المثالين السابقين فإن وضع المستقيم في الموضع المناسب أو بمعنى آخر توفيق أحسن خط لمجموع النقاط وكذلك قياس درجة الارتباط بين المتغيرين يجب تحديدهما قبل أن ننتبأ بالمبيعات ولتمهيد خط مستقيم يستخدم طريقة المربعات الصغرى Least quares .

### طريقة المربعات الصغرى:

في طريقة المربعات الصغرى تستخدم معادلة جبرية في تحديد الخط المستقيم الأمثل، وأى خط مستقيم يمكن تمثيله بيانياً إذا عرفنا عنه عاملين، وهما النقطة التي يقطع فيها المستقيم المحور ص وتسمى هذه النقطة المحور ص، والثاني ميل المستقيم، وهى الزيادة فى الكمية على المحور ص لكل زيادة

وحدة واحدة على قيم المحور س، للتوضيح، ففي المثال السابق عند نقطة قطع ص تكون التكلفة ٢ وهذا يعنى انه عندما تكون التكلفة ٢٠٠٠ جنيه فإن وحدات الإنتاج ستكون صفراً، كذلك إذا تزايد الإنتاج من ٢٠٠٠ وحدة إلى ٤٠٠٠ وحدة فإن التكلفة تزيد من ٤٠٠٠ جنيه إلى ٦٠٠٠ جنيه، وهذا يعنى أن هناك زيادة ٢٠٠٠ جنيه لزيادة قدرها ٢٠٠٠ وحدة أى ١ جنيه لكل وحدة، وعلى ذلك فإن انحدار أو ميل الخط يساوى ١ وإذا عرفنا نقطة القطع ص، وكذلك الانحدار فإن معادلة الخط المستقيم تكون كالآتى:

$$\text{ص} = \text{أ} + \text{ب س} \quad (١)$$

حيث أ = نقطة القطع ص، أو قيمة ص عندما س = صفر

ب = الانحدار (الميل)

وفى مثالنا هذا فإن معادلة الخط المستقيم يأخذ الشكل الآتى:

$$\text{ص} = ٢ + \text{س} \quad (٢)$$

حيث ص = التكلفة الصناعية بالآلف جنيه.

س = الإنتاج بالآلف وحدة.

وإذا أخذنا مثالنا السابق وحاولنا اختبار هذه المعادلة فعند، س = ٢

فإن قيمة ص = ٤ وإذا ما كانت س = ٦ فإن ص = ٨، س = ٤ فإن ص = ٦.

والمعادلة فى افتراضا هذا تمكنا من إيجاد أى قيم لـ ص إذا كانت

هناك قيم لـ س فإذا حاولنا تقدير التكلفة الصناعية لإنتاج ٣٠٠٠ وحدة من

المنتج فإننا نضع قيمة ٣ مكان س، فى معادلة رقم ٢ وبذلك نحصل على قيمة

ص وهى ٥ أو ٥٠٠٠ جنيه.

واستخدام المعادلة السابقة يعطى نفس النتيجة أعطاها الخط المستقيم.

وطريقة المربعات الصغرى تسمح لنا بتحديد المعادلة باستخدام البيانات

الأصلية مباشرة.

$$\text{مج ص} = ١ = \text{ت} + \text{أ} + \text{ب س} \quad (٣)$$

$$\text{مج س ص} = \text{أ} + \text{مج س} + \text{س} \quad (٤)$$

حيث : س = قيم المشاهدات المستقلة على المحور السيني والتي تحدد قيمة المتغير التابع على المحور الصادي .

ص = قيم المشاهدات السابعة التي تحددت من متغيرات س .

ن = عدد المشاهدات الزوجية (س ، ص) المعطاة .

= نقطة القطع ص من خط المستقيم ، أو قيمة ص عندما س = صفر

ب = انحدار الخط المستقيم .

ولحل المعادلتين السابقين يعطى الجدول الآتي بالإضافة إلى البيانات

الأصلية.

الإنتاج س	التكلفة ص	س×ص	س
٢	٤	٨	٤
٦	٨	٤٨	٣٦
٤	٦	٢٤	١٦
١٢	١٨	٨٠	٥٦

وبحل المعادلتين حيث : ن = ٣ ، فإننا نحصل على الآتي :

$$١٨ = ٣ + ١٢ ب$$

$$٨٠ = ١٢ + ٥٦ ب$$

وبحل هاتين المعادلتين فإننا نجد أن ٠ = ٢ ، ب = ١ وعلى ذلك تكون

معادلة الخط المستقيم بهذه المشاهدات :

$$ص = ٢ + س (٥)$$

وإذا طبقنا هذه الطريقة على الوضع الثاني للإنتاج والتكاليف والذي

يظهر في شكل (٢) فإننا نحصل على المعادلة الآتية للخط المستقيم.

$$س = ١,٥ + \frac{٢}{٤}$$

ولرسم هذا الخط في المكان الصحيح فإننا يجب أن نجد نقطتين وإن  
نصل بين هاتين النقطتين. ولإيجاد هاتين النقطتين التي ستكون مساوية لكل  
من س، ص، نؤخذ قيمة س وتطبق في المعادلة ٦ ونغوص في المعادلة لمعرفة  
ما يقابل هذه القيمة من قيم ص. وعلى سبيل المثال فإذا كان س = صفر ،  
فإن  $\frac{2}{3} = \frac{2}{3}$  وس ٤ فإن  $\frac{2}{3} = 4$ ، ونعين هاتين النقطتين لقيم س ص  
ونرسم خط المستقيم ليصل بين الاثنتين.

### خط المستقيم الأمثل:

حتى هذه المرحلة لم نعرف الخط الأمثل وهذا ما سنفعله الآن. فإذا لم  
تقع جميع النقط على الخط كما هو الحال في شكل (٢)، وإذا وضعنا قيم س  
في معادلة الخط المستقيم التي حصلنا عليها من طريقة المربعات الصغرى فإنها  
لن تعطى لنا قيم ص الموضحة في الجدول نفسه، وللتوضيح إذا حللنا قيم  
س ٢، ٦، ٤ في معادلة رقم ٦ فإننا لن نحصل على قيم ص المقابلة لهذه  
القيم وهي ٦، ١٠، ٤ للتكاليف. كمثال: عندما تكون س ٢ ستكون المعادلة:

$$\frac{2}{3} = \frac{2}{3} = 0,5 = \frac{2}{3} = 3$$

ولكن قيمة ص الفعلية ٤ وعلى ذلك عدة انحرافات معادلة كما في

الجدول الآتي:

البيانات المحسوبة			البيانات الأصلية	
مربع الفرق (ص - ص) <sup>٢</sup>	الفرق بين ص - ص	التكاليف ص	التكاليف ص	الإنتاج س
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3} +$	$\frac{2}{3}$	٤	٢
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3} +$	$\frac{2}{3}$	١٠	٦
$\frac{4}{9}$	$\frac{2}{3} -$	$\frac{2}{3}$	٦	٤
$\frac{6}{9}$	مفر			

يتضح لنا من الجدول السابق خاصية من خصائص الخط المستقيم الأمثل وهي أن محصلة الاختلافات تظل دائماً مساوية للصفر.

كذلك نلاحظ من الجدول السابق أن مربعات الاختلافات كان مجموعها  $\frac{7}{9}$  وهذا يبين خاصية أخرى للخط المستقيم الأمثل وهي أن محصلة مربع الانحرافات ستكون أقل ما يمكن، إذا ما قورن بمربع هذه الانحرافات لخط آخر رسم في موضع مخالف، وستكون مربعات انحرافاته أكثر من  $\frac{7}{9}$

### معامل الارتباط

يقيس معامل الارتباط قوة العلاقة بين المتغيرات وهو:

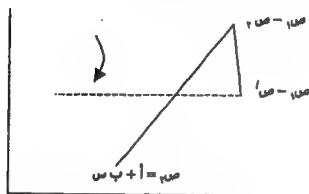
$$\text{المعامل} = \frac{\text{مجم} (ص_1 - ص_2)}{\sqrt{\text{مجم} (ص_1 - ص_2)^2}} \quad (٧)$$

حيث :  $ص_1$  : تمثل القيمة التي اتخذت نفس الرقم سابقاً (قيمة المتغير التابع الحقيقية)

$ص_2$  : هي القيم المأخوذة من المربعات الصغرى (قيمة المتغير التابع المقدرة).

$ص_3$  : هي متوسط قيم المتغير المستقل.

ويمكن أن نحلل هذه المتغيرات من الرسم التالي :



شكل (٤)

فى شكل (٤) هناك أربعة نقط قد حددناها فى الافتراض ، وقد حصلنا على الخط الأمثل بطريقة المربعات الصغرى ، ويمثل الخط المستقيم قيم النقاط، أما ص<sub>١</sub> - ص<sub>٢</sub> كذلك ص<sub>١</sub> - ص<sub>٣</sub> لإحدى النقاط وبالتعويض عن المعادلة سيكون سليماً إذا كانت :

$$\text{مجد (ص}_1 - \text{ص}_2) > \text{مجد (ص}_1 - \text{ص}_3)$$

وذلك حتى يكون ناتج القسمة أقل دائماً من ١ وبذلك لا تكون القيمة سالبة.

فى البسط مجد (ص<sub>١</sub> - ص<sub>٢</sub>) لا يمكن أن تكون سالبة لأننا نعمل على أساس مربعات الفروق، وبهذا لا تكون سالبة . كذلك لا يمكن أن تصل إلى الصفر إلا إذا كانت القيم المحسوبة مساوية للقيم الفعلية، وفى هذه الحالة لن يكون هناك انحرافا وستقع جميع النقاط على الخط لكن عندما يكون البسط مساوياً للصفر فإن الجزر التربيعى سيكون مساوياً للواحد وفى هذه الحالة سيكون الخط هو المثل لخط المستقيم وتكون العلاقة بين المتغيرين علاقة تامة.

وإذا كانت هذه العلاقة ضعيفة سنجد أن الانحراف مجد (ص<sub>١</sub> - ص<sub>٢</sub>) سيكون كبيراً فى البسط ومن ثم ستتناقص قيمة المعامل. والحد الأدنى للمعامل سيكون مساوياً للصفر عندها لا يكون هناك علاقة إطلاقاً بين المتغيرين ، ويمكن عن طريق مقارنة المعاملات الآتية أن نحدد مدى قوة هذه العلاقة.

قيمة معامل الارتباط:

٠,٩٥ إلى ١	ارتباط قوى جداً.
٠,٧٠ إلى ٠,٩٠	ارتباط قوى.
٠,٤٠ إلى ٠,٧٠	ارتباط متوسط.
٠,٢٠ إلى ٠,٤٠	ارتباط ضعيف
صفر إلى ٠,٢٠	ارتباط ضعيف جداً
صفر	ارتباط منعدم.



والآن نحدد مدى الارتباط بين المتغيرين الذى استطبنا بها المعادلة الخط المستقيم والتي استخرجناها بطريقة المربعات الصغرى من البيانات الآتية :

س ( الإنتاج ) ص ( التكاليف )

٢ ٤

٦ ١٠

٤ ٦

المجموع ٢٠

ومتوسط قيم التكاليف (ص-) مساويا  $\frac{20}{3}$  وباستخدام هذه القيمة ، وكذلك قيمة س ، التى تم احتسابها سابقا يمكن وضعها كما يأتى :

س	ص	ص	ص - ١٠	ص - ١٠	ص - ١٠	ص - ١٠
٢	٤	٣	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{9}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{14}{9}$
٦	١٠	٩	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{9}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{10}{9}$
٤	٦	٦	$-\frac{2}{3}$	$\frac{4}{9}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{4}{9}$
				$\frac{6}{9}$		

ويتطبيق الصيغة الرياضية لمعامل الارتباط نجد أن

$$\text{معامل الارتباط} = \frac{\frac{6}{9}}{\frac{168}{9}} - 1 = 98$$

ونجد هنا أن هذا الرقم يقترب من ١ صحيح. إذن هناك علاقة الارتباط قوية بين المتغيرين ومن الواجب أن نتذكر أن نظرية الارتباط فى جانب منها تعطى صيغة أخرى لحساب معامل الارتباط وهى كالآتى :

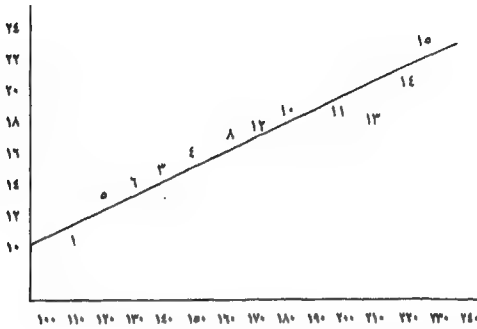
$$\text{معامل الارتباط} = \frac{\sum (ص - \text{مجموع ص}) - \sum (س - \text{مجموع س})}{\sum (ص - \text{مجموع ص}) - \sum (س - \text{مجموع س})}$$

ورغم أن العلاقة معقدة إلا أنها أداة بسيطة فعلاً لحساب معامل الارتباط وخصوصاً أنها تعطينا اتجاه العلاقة.

تطبيق المعادلة على التنبؤ بالمبيعات:

افترض أن هناك مصنع لصناعة بكر الحبال ووجد مبيعاته خلال الخمسة عشر سنة بطريقة مؤشر اقتصادي من نوع معين على النحو التالي:

السنة	المبيعات بالآلاف وحدة	المؤشر الاقتصادي
١	١٠	١٠٠
٢	١٣,١	١١٣
٣	١٥,١	١٣٦
٤	١٥,٨	١٤٤
٥	١٣,٥	١٢٦
٦	١٤,٧	١٢٩
٧	١٦,٥	١٥٧
٨	١٨	١٦٠
٩	١٨,٢	١٧٤
١٠	٢١,٢	١٩١
١١	٢٣	٢١٤
١٢	٢٠,١	١٨٠
١٣	٢٣,٣	٢١٥
١٤	٢٤,٦	٢٢٤
١٥	٢٤,٤	٢١٨



### المؤشر الاقتصادي للمبيعات

من الرسم يتضح وجود علاقة قوية بين المتغيرين دون حساب معامل الارتباط، ولكن لا يمكن الاعتماد كلية على هذا المؤشر إلا أنه لا يمكن معرفة هذا إلا عند انتهاء العام فعلاً، وهذا وقت متأخر لاستخدامه في التنبؤ بالمبيعات والمؤشر النموذجي هو الذي يمدنا بدليل واضح عن اتجاه المبيعات. فعلى سبيل المثال:

إن كمية عقود التشييد تحدد كميات المواد الخام التي تباع خلال الفترة القادمة. لكن الحصول على مثل هذا المؤشر صعب في بعض الحالات مثل الوكالات والمنظمات الحكومية، والبعض يترك عملية التنبؤ لوكالات متخصصة ولكن بشرط أن يكونوا مؤهلين بدرجة تفوق الأشخاص الذين يقومون بهذه الأنشطة داخل الشركة. وطالما وجد هذا المؤشر فإن الشركة يمكنها إيجاد العلاقة بين المبيعات وقيمة المؤشر بالمعادلة أو بيانياً.

ولتوضيح هذا المدخل نفرض أن معادلة الخط المستقيم شكل (٤):

$$ص = ٠,١ + ٠,١٠٩ س.$$

وإذا كان التنبؤ بالمؤشر  $s = 200$  للسنة القادمة. فإن المعادلة تكون كالآتي:

$$ص = 0.1 + 0.109 (200) = 21.9$$

∴ المبيعات ستساوي ٢١٩٠٠ جنيه (  $21.9 \times 1000$  )

ويجب ملاحظة أنه إذا كان التنبؤ فى شكل وحدات طبيعية لمجموعات الإنتاج أو فى شكل نقدى للإنتاج الفردى أو لمجموعة الإنتاج فإنه يجب أن يحول إلى وحدات طبيعية.

• المشاكل والقيود فى استخدام هذه الطريقة:

١- صعوبة إيجاد الدالة الاقتصادية الملائمة بالإضافة إلى الحاجة لوقت كبير نظراً لوجود العديد من الدوال المتاحة.

٢- قد تكون الدالة المتاحة للصناعة. وهنا تقوم الشركة بالتنبؤ بمبيعات الصناعة كلها ثم تقدر نصيبها منها بطريقة أخرى.

٣- قد يكون المؤشر سنوياً والمنشأة تريد أن تتنبأ شهرياً، وهنا يتم قسمة التنبؤ السنوى على شهور السنة.

٤- قد يكون المنتج جديد، وبالتالي لن توجد بيانات يمكنها حساب معامل الارتباط.

٥- رغم وجود علاقة حقيقة بين المبيعات الماضية للشركة و احد المؤشرات الاقتصادية إلا أنه من المحتم أن تتم هذه العلاقة فى الواقع.

٦- تلعب التصميمات وطرق التسويق والمنافسة دوراً فى التأثير على البيانات المستخدمة.

وعلى ذلك فالطريقة تحتوى على بعض عناصر تجميع الآراء فى بعض أجزائها، والعكس فإن تجميع الآراء قد يحتاج إلى تعديل الدوال الاقتصادية .  
والميزة الوحيدة من طريق الدوال الاقتصادية هى أنها أكثر موضوعية من طريقة تجميع الآراء.

## العوامل المؤثرة فى تحليل السلاسل الزمنية :

يتأثر الطلب على السلعة أو الخدمة المقدرة وفقاً للسلسلة زمنية معينة  
بعدد من العوامل المؤثرة هى : الاتجاه ، والدورة ، والموسمية ، والعشوائية.  
ونتناول كل عامل من هذه العوامل كالاتى :

### ١- أثر الاتجاه :

يقصد بالاتجاه تلك التغيرات التدريجية التى تبين التقدير الطويل  
المدى الطلب على السلعة أو الخدمة التى يتم تقييمها ويقصد بالتقدير الطويل  
المدى تلك الفترة التى تمتد لخمسة سنوات أو أكثر. وتحدث هذه التغيرات  
نتيجة التغير فى العوامل المؤثرة على الطلب مثل زيادة الأجور أو تغير الأذان أو  
زيادة المواليد .. الخ وقد يكون الاتجاه تصاعدي أو تنازلي . فعندما يتخذ الطلب  
الطلب ٤٠ ، ٥٠ ، ٦٠ ، فمعنى ذلك أننا بصدد اتجاه تصاعدي ، أما إذا اتخذت أرقام  
الطلب ٦٠ ، ٥٠ ، ٤٠ ، فمعنى ذلك أننا بصدد اتجاه تنازلي. كما أن الاتجاه  
قد يتخذ شكلاً خطياً أو غير خطي. ففي مثالنا السابق يعتبر الاتجاه التصاعدي  
اتجهاً خطياً. أما فى مثالنا الثانى فإن الاتجاه السازلي يعتبر اتجهاً  
غير خطي .

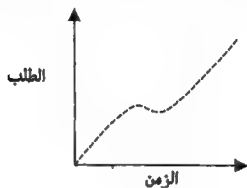
وإذا افترضنا أن نفس الاتجاه سوق يستمر ، ففي الحالة الأولى حيث  
الاتجاه تصاعدي فإن المطلوب سوف يكون ١٠٠ وحدة أما فى الحالة الثانية ،  
حيث الاتجاه السازلي ، فإن الطلب سيصل إلى ٦٠ وحدة ، ويمكن أن يأخذ  
الاتجاه ثلاثة أشكال شائعة تظهر فى الأشكال التالية :



اتجاه تنازلي ثابت (خطي) حيث معدل التغير سالب



اتجاه تصاعدي ثابت (خطي) حيث معدل التغير موجب



اتجاه متغير

## ٢- أثر الدورة :

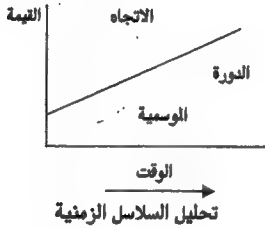
يحتاج رجال الإنتاج أكثر من مجرد تحديد أثر الاتجاه طويل المدى، لأن الاتجاه قد ينطوي على تغيرات دورية فمثلاً قد يؤدي الركود الاقتصادي إلى تخفيض المبيعات الخاصة بالسلعة أو الخدمة. وبالعكس فقد يؤدي الانتعاش الاقتصادي الانتعاش الاقتصادي إلى زيادة المبيعات. وكل من التخفيض والزيادة يظهران حول الاتجاه. ومعنى ذلك أن التغيرات الدورية تأخذ شكل الموجات. إن أثر الدولة يظهر خلال فترة التنبؤ التي تزيد عن السنة والتي لا تقل عن خمسة سنوات، وذلك بمتوسط قدره ٣ سنوات. وهي قد تحدث بسبب حالات التقلب الاقتصادي.

## ٣- أثر الموسمية:

قد يحتاج رجال الإنتاج أحياناً إلى تقدير شكل الطلب في إطار زمني أقصر من ذلك الذي يغطي فترة الدورة، ويعرف ذلك في ميدان التنبؤ بالموسمية، وأن أثر الموسمية عادة ما يظهر خلال اثنا عشر شهراً أو أقل. فخلال هذه الفترة الزمنية يتقلب الطلب على السلع أو الخدمات بطريقة واضحة .

## ٤- أثر العشوائية:

يقصد بالعشوائية عدم وجود نمط أو هيكل ومعرف للطلب. إن أثر العشوائية يمكن وصفه بأنه يعود إلى كل الأسباب التي لا يستطيع المخطط أن يتنبأ بها حتى باستخدام أكثر أدوات التنبؤ تعقيداً ودقة.



تعنى هذه الطريقة بتحليل المبيعات الماضية لتحديد طبيعة الاتجاه الحالي وهذا الاتجاه من الممكن أن يسوء في المستقبل .

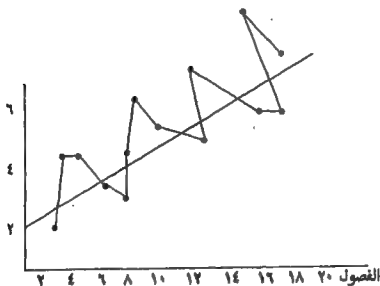
ولنفرض أن مصنع لطلاء الدرافيل Roller frames قرر أن يبدأ بالتنبؤ لمبيعاته في السنة القادمة بهذه الطريقة، من خبرته يعلم أن مبيعاته تتقلب خلال العام نظراً لاختلاف الطلب، ففي الواقع فإن بداية الربيع أول مع سوء

الطقس تبدأ المبيعات فى الانخفاض ثم يتحسن الطقس وتزداد المبيعات خلال الربيع الثانى والثالث. نظراً لهذا الاختلاف على مدى الفصول ، فإنه يجب أن يعد بيانیه على أساس تقسيمها على أسابيع سندي. ولنفرض أن ذلك يتم خلال ٤ سنوات ماضية وهو بذلك يحصل على البيانات الآتية :

الفصول	المبيعات بالآلاف وحدة	الفصول	المبيعات بالآلاف وحدة
١	١	٩	٢
٢	٣	١٠	٤
٣	٤	١١	٦
٤	٢	١٢	٣
٥	١	١٣	٢
٦	٣	١٤	٢
٧	٥	١٥	٧
٨	٣	١٦	٤

والرسم الآتى يمثل هذه العلاقة .

المبيعات





هذا الخط يمثل ما يحتمل أن تنتجه أن تنتجه إليه المبيعات في المستقبل، وأكثر الطرق شيوعاً تلك التي استخدمناها في رسم الخط المستقيم الأمثل ألا وهي طريقة المربعات الصغرى.

ومن المعادلة ص تمثل المبيعات، س تمثل الفصول، وعن طريق المعادلتين الآتيتين يمكن استخراج نقطة القطع ص، انحدار الخط

$$\text{مجم ص} = \text{ن أ} + \text{ن مجم س}$$

$$\text{مجم س ص} = \text{أ مجم س} + \text{مجم س س}$$

ويمكن أن تحتسب الكميات المطلوبة من البيانات الأصلية كالآتي:

الفصول س	المبيعات ص	س ص	س <sup>٢</sup>
١	١	١	١
٢	٣	٦	٤
٣	٤	١٢	٩
٦	٣	١٨	٣٦
٧	٥	٣٥	٤٩
٨	٣	٢٤	٦٤
٩	٢	١٨	٨١
١٠	٤	٤٠	١٠٠
١١	٦	٦٦	١٢١
١٢	٣	٣٦	١٤٤
١٣	٢	٢٦	١٦٩
١٤	٥	٧٠	١٩٦
١٥	٧	١٠٥	٢٢٥
١٦	٤	٦٤	٢٥٦
١٣٦	٥٥	٥٧٣	١,٤٩٦

$$٥٥ = ١٦ + ١٣٦ ب$$

$$٥٣٤ = ١١٣٦ + ٥١,٤٩٦$$

وبحل المعادلتين نجد أن  $أ = ٢١,٧٧٥$  ب  $= ١,٩٥٦$  وعلى ذلك  
سنكون معادلة الخط المستقيم كالآتي:

$$ص = ١,٧٧٥ + ١,٩٥٦ س$$

والاتجاه الذى تمثله هذه المعادلة يمكن أن نلاحظه من شكل ٦،  
ونلاحظ أن معظم النقاط لا تقع فعلاً على الخط، وهذا الاختلاف فى الواقع  
يرجع إلى اختلاف المبيعات الفعلية على المحسوبة من معادلة الخط المستقيم.  
إن إجمالى الانحراف الخاص بالمبيعات حول خط الاتجاه يتكون من  
ثلاثة أنواع:

أولهما: الانحراف الفصلى الناتج من اختلاف قيم المبيعات تبعاً لاختلاف  
التفسيرات الفعلية من الطلب.

ثانيها: الانحراف الدورى وينشأ من تقلبات ناتجة من الدورة التجارية وتتعلق  
بظروف اقتصادية.

ثالثهما: إن المتبقى ويمثل باقى الأسباب خلاف السببين المتقدمين وهذه  
الأسباب قد تشمل فيما تشمله الحروب، حالات الطقس غير العادية  
وغيرها.

ولأسف ليس هناك طريقة كمية متاحة لمعرفة الانحرافات الدورية  
والمتبقية، ولن هناك طرق مرضية إلى حد ما فى معرفة الاتجاه القيمى للمبيعات  
المستقبلية مع أخذ الاختلاف الفصلى فى الاعتبار وتسمى بطريقة معدل  
الاتجاه.

افترض نفس المثال السابق والمعادلة كانت كالآتي:

$$ص = ١,٧٧٥ + ١,٩٥٦ س \quad (٩)$$

وبعد ذلك فإن قيم المبيعات الفعلية تقارن مع قيم المبيعات المحددة بواسطة خط الاتجاه فى الرسم البياني، وهذه المقارنة تمكن من حساب إجمالى الانحرافات، وهذا يتطلب معرفة القيم المبيعات لعدة فصول، ويمكن أن نعرف هذه القيم بتطبيق المعادلة (٩) فعلى سبيل المثال فإن اتجاه المبيعات فى الفصل الأول من السنة الأولى سيكون:

$$ص' = ١,٧٧٥ + ٠,١٩٥٦ (٠) = ١,٩٧$$

وسيكون قيم المبيعات كما يحددها خط الاتجاه فى الفصل الثانى من السنة الرابعة.

$$ص' = ١,٧٧٥ + ٠,١٩٥٦ (١٤) = ٤,٥١$$

وهناك الكثير من الطرق تستلزم لقياس الانحراف الإجمالى حول خط الاتجاه، أو الانحراف بين المبيعات الفعلية الماضية وبين المبيعات الماضية كما حددها خط الاتجاه وأبسطها يمكن أن يحسب كالآتى:

ملاحظ انه فى الفصل الأول من السنة الأولى كانت المبيعات الفعلية تساوى ١ والمبيعات، بما حسبناها معادلة الخط الاتجاه ١,٩٧ فمعنى ذلك أن إجمالى الانحرافات يساوى ٠,٩٧ وعلى ذلك نقيس هذا الانحراف عن طريق نسبة المبيعات الفعلية ص إلى المبيعات كما حجها خط الاتجاه ص<sup>٢</sup> موضوعة فى شكل نسبة مئوية.

$$\frac{ص}{ص'} = \frac{٥,٠٠}{٤,٥١} = ١١١\%$$

وهكذا، فاتباع هذه الطريقة وهى قسمة المبيعات الفعلية ص، على المبيعات المحسوبة بمعادلة خط المستقيم ص وجعل النسبة فى شكل مئوية لنحصل على الجدول الآتى :

الفصول	المبيعات الفعلية (ص)	المبيعات المقدرة (ص)	النسبة	الفصول	المبيعات الفعلية (ص)	المبيعات المقدرة (ص)	النسبة
١	١	١,٩٧	٥١	٩	٢	٣,٥٤	٥٦
٢	٣	٢,١٧	١٣٨	١٠	٤	٣,٧٣	١٠٧
٣	٤	٢,٣٦	١٧٠	١١	٦	٣,٩٣	١٥٢
٤	٢	٢,٥٦	٧٨	١٢	٣	٤,١٢	٧٣
٥	١	٢,٧٥	٣٦	١٣	٢	٤,٣٢	٤٦
٦	٣	٢,٩٥	١٠٢	١٣	٢	٤,٥١	١١١
٧	٥	٣,١٤	١٠١	١٥	٧	٤,٧١	١٤٩
٨	٣	٣,٣٤	٩٠	١٦	٤	٤,٩٠	٨٢

والآن نريد أن نتنبأ بالمبيعات المستقبلية على أساس فصلى لأن نموذج مبيعات هذه الشركة فصلى. والخطوة الأولى أن تحدد قيم المبيعات المستقبلية كما يحددها خط الاتجاه. بمعنى استكمال الفصول والقيام بالتعويض فى معادلة خط الاتجاه. فمثلاً إذا أردنا تقدير لمبيعات فى الفصل الأول من السنة الخامسة ستكون المعادلة كما يأتى:

$$\text{ص} = ١,٧٧٥ + ٠,١٩٥٦ (١٧) = ٥,١٠$$

كما قلنا إننا مدى الاختلافات أو الانحرافات السابقة يساوى مدة الانحراف فى المبيعات الحالية، ونقصد بالانحراف هنا ذلك الفرق الناتج من مقارنة المبيعات كما يحددها خط الاتجاه وقيمة المبيعات الفعلية. وعلى ذلك يجب أن معدل هذه القيم التى تمثل المبيعات المستقبلية كما توضح على خط الاتجاه بالانحرافات الفصلية المتوقعة. ويمكن تحديد قيمة هذه الانحرافات بأخذ متوسط قيم الانحرافات خلال الأعوام السابقة للفصل المعين، فاستكمالاً للتنبؤ الخاص بالفصل الأول من السنة الخامسة متوسط كما يلى:

$$47 = \frac{46 + 56 + 36 + 51}{4} =$$

وهذا يعنى أن المبيعات المستقبلية الفصلية ستساوى ٤٧٪ فقط من المبيعات المحسوبة من خط الاتجاه. وهكذا فإنه فى الفصل الأول من العام القادم سيكون:

$$\text{المبيعات} = 47\% \times 5,1 = 2,4$$

بمعنى أنه سيباع ٢٤١٠ وحدة من وحدات الطلاء مع أخذ فى الاعتبار الانحرافات الفصلية. ومن الخطأ الاعتقاد بأن هذا المتوسط يمثل محصلة الانحرافات، فمن المعروف أن فى فصل معين من السنة فإن العوامل الفصلية التى تؤثر على المبيعات تؤثر دائماً عليها بحيث تجعل قيم الاتجاه أو قيم محسوبة على أساس معادلة خط الاتجاه أعلى أو أقل من المبيعات الفعلية. وعلى عكس من ذلك فإن الأسباب المتعلقة بالدورة التجارية والمتبقية قد تسبب انحرافاً فى معين، وعلى سبيل المثال قد تكون سلبية أو إيجابية فى تأثيرها على المبيعات وعلى سبيل المثال قد تكون الأحوال الاقتصادية حسنة جداً، وفى الأجل الطويل فإن انحرافات الدورة والانحرافات المتبقية Residual لفصل معين تلغى بعضها البعض بمعنى إذا كانت تلك البيانات الخاصة بالسلسلة الزمنية موضوع الدراسة مدتها طويلة نسبياً ولتكن ٤ سنوات فإن متوسط الانحرافات فى فصل معين سيكون خالياً من انحرافات الدورة والانحرافات المتبقية، فلن تمثل إلا الانحرافات الفصلية.

والآن نحاول حساب عامل الانحراف الفصلى لكل فصل من الفصول من البيانات الأصلية وبعد الحصول عليه سنعدل قيم المبيعات المحسوبة على أساس معادلة خط الاتجاه اعتماداً على فرضنا بأن مدى الاختلاف بين المبيعات المحسوبة على أساس معادلة خط الاتجاه الماضية وبين المبيعات الفعلية الماضية ستأخذ نفس الاتجاه فى المستقبل.

النسبة المئوية للمبيعات الفصلية والمحسوبة	الفصل				المتوسط %
	سنة ١	سنة ٢	سنة ٣	سنة ٤	
١	٥١	٣٦	٥٦	٤٦	٤٧
٢	١٣٨	١٠٢	١٠٧	١١١	١١٥
٣	١٧٠	١٥٩	١٥٢	١٤٩	١٥٧
٤	٧٨	٩٠	٧٣	٨٢	٨١

وبالنسبة للسنة الخامسة سيكون من المستحب أولاً المبيعات المستقبلية كما يحددها خط الاتجاه ثم تعديلها بمتوسط الانحراف الفصلي للفصل المعين.

الفصل ص	اتجاه قيم المبيعات	العامل الفصلي التعدل	التنبؤ = ص' × العامل معدلا
١٧	$١,٩٥٦ + ١,٧٧٥ (١٧)$		٢٠٤
١٨	$٥,٣ = (١٨) ١,٦٥٩ + ١,٧٧٥$	١,١٥	٦,١
١٩	$٥,٤٩ = (١٩) ١,٩٥٦ + ١,٧٧٥$	١,٥٧	٨,٦
٢٠	$٥,٦٩ = (٢٠) ١,٩٥٦ + ١,٧٧٥$	٠,٨١	٤,٦
			٥,٧

والعدد الأخير يمثل التنبؤ بالآلاف الوحدات لكل فصل من فصول السنة القادمة معدلاً بانحرافات الفصل، ويجب أن نلاحظ إذا كانت السلسلة الزمنية مأخوذة على أساس سنوي فلن يكون هناك انحراف فصلي، وعموماً فإن النتائج من تحليل السلاسل الزمنية يجب أن يعدل بما نتوقعه الشركة من تغيرات في الظروف الاقتصادية والظروف الأخرى بحيث يعكس تغيرات الأسعار والإعلان وغيرها - وذلك قبل وضع التنبؤ النهائي - يجب أن يكون في شكل وحدات إنتاج خفيف لأغراض التخطيط وإذا كان نقدي أو أساس مجموعات الإنتاج فيعالج كما سبق .

## والمزايا والعيوب :

هذه الطريقة أكثر موضوعية من طريقة تجميع الآراء، ولا تتطلب إيجاد دوال اقتصادية بل كل ما تتطلبه من معلومات ستكون موجودة فى سجلات الشركة، كما أنها تساعد على التنبؤ الشهرى أو الأسبوعى نظراً لتوافر البيانات بالنسبة لتغيرات السابقة، وهذا أسهل منه فى حالة طريقة تجميع الآراء أو تحليل الارتباط التى تضطر إلى اتباع بعض الإجراءات لتقسيمها على أساس شهور السنة.

وعلى الرغم من هذه المزايا فلها بعض العيوب ومنها أنها لا يمكن استخدامها فى السلع الجديدة لانعدام السلسلة الزمنية للمعينة، وفى هذه الحالة قد تستخدم سلسلة زمنية للصناعة كلها، ثم نحاول معرفة نصيب الشركة من سوق الصناعة المعينة .

والاعتراض الآخر الموجه لهذا المدخل هو أن المبيعات المستقبلية المحسوبة من خط الاتجاه تتأثر بالاتجاه التصاعدى أو التنازلى لهذا الخط والذى يكون السبب فيه ارتفاع مستوى المعيشة بين الأفراد أو انخفاضها ، أذواق وعادات المستهلكين، مدى قبول المستهلكين للسلعة المنافسة وغيرها وافترضنا بأن هذه التغيرات ستتبع نفس النموذج الماضى لا يمثل أكثر من مجرد افتراض قد يكون صحيحاً أو خطأ وفى هذه النقطة بالذات فهى لا تزيد عن طريقة تجميع الآراء أو تحليل الارتباط وهناك تساؤل عن إمكانية حدوث ذلك من عدمه . وعلى ذلك إذا ما كان هناك خطأ سيكون اتجاه المبيعات وبالتالى يصبح التنبؤ خاطئاً. كذلك ليس هناك طريقة يمكن بها معرفة أثر سعر البيع، وأنواع المنتجات، وجودتها ومنافذ التسويق، والجهود الترويجية والظروف الاقتصادية وغيرها باستخدام هذه الطريقة والطريقة الوحيدة لأخذ هذه العوامل فى الاعتبار هو الاعتماد على التقدير الشخصى والخبرة بمعنى أن الشركة لا تستخدم مدخل السلاسل الزمنية كطريقة نهائية فى التنبؤ بالمبيعات بل تضاف إليه أيضاً الآراء والخبرة والتقدير الشخصى .





## الفصل الثامن

### جدولة العمليات

- ◀ مقدمة .
- ◀ التعريف بجدولة العمليات .
- ◀ أهمية جدولة العمليات .
- ◀ أهداف جدولة العمليات .
- ◀ العوامل المؤثرة على الجدولة .
- ◀ نظام الجدولة.
- ◀ الجدولة في حالة خط الإنتاج.
- ◀ الجدولة في حالة الوحدة الإنتاجية .
- ◀ التتابع في حالة الوحدة الإنتاجية .



## الفصل الثامن

### جدولة العمليات Operations scheduling

#### مقدمة :

تبين أن الخطة الإجمالية للإنتاج تتناول مخرجات عملية التحويل بشكل إجمالي وذلك دون الدخول فى تفاصيل جزئية، ودون إعداد تخصيصات تفصيلية، سواء على مستوى المنتج أو خطة الإنتاج أو العمالة أو الطاقة، ولهذا وفقا لمقتضيات التابع المنطقى لشرح وتحليل وتفصيل تخطيط الإنتاج يكون من المستعين فى إطار هذا الاستعراض أن نخطو ونتقدم بالتحليل خطوة أخرى فى الاتجاه إتمام الشكل النهائى لتخطيط الإنتاج بكافة مستوياته وتفصيلاته، والخطوة الأخرى التى يتناولها هذا الفصل هى وصف وتحليل لمرحلتين من مراحل العمليات التخطيطية للإنتاج - التى تلى مباشرة التخطيط الإجمالى للإنتاج - وهما المعروفتين باسم جدولة العمليات operations scheduling والتحميل loading وكلتاها تعمل على تصميم العمليات للمساعدة فى تحقيق الكفاءة والفاعلية وحفظ التوازن والاستقرار لتتابع العمل وإنسيابه، وإذا كانت الجدولة تتعلق أساسا بإيجاد وتحديد وتعيين التوقيتات الزمنية اللازمة المخططة لأزمنة البداية والنهاية لكل نشاط ومهمة مستهدفة لتحقيق الخطة الإجمالية للإنتاج، فإن اصطلاح التحميل يتعلق بكفاءة استخدام واستعمال الطاقة capacity utilization ومن ثم تعيين التواريخ التى يمكن الوثوق منها لتسليم التعاقدات والطلبات التى ارتبط بها المشروع .

وفى البداية يعيننا أن نوضح أن هناك ارتباطا وثيقا يصل إلى درجة ما من التداخل بين هاتين العمليتين - الجدولة والتحميل - فإذا كانت الجدولة تعنى بتقرير أين ومتى سوف يم أداء كل مهمة أو عملية؟ فإنه فى ذات الوقت أيضا نراعى الإحمال loads المتعلقة بمراكز العمل work centres، ولذلك

سنجد أنه من غير الممكن أن يتم تقسيمها إلى وظيفتين أو عمليتين مستقلتين تفصل بينهما خطوط فاصلة تعطى لكل منهما استقلالية وذاتية عن بعضها البعض، فدرجة اعتمادية التحميل على الجدولة تجعلنا نقرر أن إعداد الجدولة يستتبع فى ذات الوقت إعداد شكل التحميل، فلا تحميل دون أن يسبقه جدولة، ولا تحقق الجدولة أهدافها فى المساهمة فى تخطيط ومراقبة الإنتاج دون أن يتبعها تحميل ولعل هذا هو الذى دعانا إلى أن نجعل عنوان هذا الفصل العملية الأساسية والمظلة الرئيسية وهى الجدولة دون إضافة التحميل إليه باعتبار أنه من البديهي لوجود التداخل أنه سيتم التعرض للتحميل عند سرد عملية الجدولة .

### التعريف بجدولة العمليات :

تعددت التعريفات التى أوردها الكتاب والمهتمين فى مجال إدارة الإنتاج سواء فى نطاق العمليات الصناعية أو المؤسسات الخدمية، إلا أننا سنجد رغم هذا التعدد اتفاقا كبيرا بين هذه التعريفات فى وصف وتحديد معنى جدولة العمليات، وإن كانت هناك بعض التعاريف التى لا تتفق صياغتها تماما مع مبادئ عليه البعض الآخر، فإن ذلك لا يرجع إلى اختلافات جوهرية فى تحديد المقصود بجدولة العمليات بقدر ما يرجع إلى تضمين الجدولة عملية التحميل أيضا، ولذلك فإننا لا نرى أن هذه الاختلافات تصل إلى حد عدم الاتفاق ولكنها اختلافات شكلية حول ما إذا كانت الجدولة تحوى ضمنا التحميل أم أن كل منهما له معالنه وسماته الخاصة .

إن يرى البعض أن الجدولة هى عملية تخطيط الإنتاج لفترات قصيرة قد تكون أسابيع أو أيام لعدة ساعات وهى تتضمن تخصيص الموارد المتاحة على الأوامر الإنتاجية، أو على الأعمال والأنشطة اللازمة.

وفى تعريف آخر فإن الجدولة هى تقرير متى وأين يتعين أداء كل عملية ضرورية لتصنيع المنتج، وتخصيص الموارد المتاحة لمراكز العمل .

كذلك يرى كاتب آخر أن الجدولة هي بمثابة المرحلة الأخيرة من مراحل تخطيط الإنتاج وهي تغطي العمليات اللازمة للإنتاج وتحديد وقت البدء والانتهاه من كل عملية، وتوزيع العمل على الآلات والعمال أو مراكز العمل .

وفى رأينا أنه يمكن تعريف الجدولة بأنها تقرير متى وأين تؤدي كل عملية من العمليات اللازمة لإنتاج السلعة أو إنجاز الخدمة، وتعيين الأزمنة التي يبدأ فيها و (أو) يستكمل كل نشاط أو كل عملية مطلوبة، ودراسة العلاقة بين الأحمال loads والطاقات لمراكز العمل work centres

وفقا للتعريف الأخير وما يمكن استخلاصه أيضا من التعريفات السابقة، فإن اصطلاح جدولة العمليات يعنى التحديد الدقيق لتوقيت Timing العمليات المعينة اللازمة لإنتاج السلعة أو إنجاز الخدمة وتحديد دور كل قسم من الأقسام الإنتاجية فى أداء هذه الأعمال، وهى بهذا المعنى تشتمل على استخدام المتاح من المعدات والتسهيلات والعم البشرى وتخصيصها على الأوامر الإنتاجية، أو على الأعمال والأنشطة اللازمة .

وبصرف النظر عن طبيعة المشروع من حيث كونه صناعى أو خدمى، فإن الجدولة بصفة عامة نشاط مهم جدا لكلا النوعين من النشاط، وإن اصطلاح جدولة العمليات دون تخصيص طبيعتها الصناعية أو الخدمية إنما يعنى أن نشاط الجدولة من تلك الأنشطة التى تكون واجبة التطبيق على عمليات المشروع، أيا كانت تلك العمليات، سواء كانت تلك العمليات، سواء كنت ذات صبغة عمليات صناعية لإنتاج سلعة أو ذات صبغة عمليات خدمية لأداء وإنجاز خدمة .

فالمشروعات الصناعية يتعين عليها جدولة (أو تخصيص) العمالة، والمواد، والإنتاج.. وغير ذلك على الأقسام الإنتاجية والأوامر، ولا يختلف الأمر أيضا فى المشروعات الخدمية، ففى المستشفيات أيضا يتعين عليها جدولة دخول المرضى admissions، وجدولة العمليات الجراحية surgery، وجدولة هيئة التمريض Nursing staff، وكذلك الأمر بالنسبة لكافة الوظائف المساعدة

الأخرى مثل إعداد الوجبات الغذائية، وشئون النظافة وصيانة المبنى، وأفراد الشئون الإدارية والمسكرتارية، وفى معاهد التعليم على اختلاف مستوياتها كالمدارس، والمعاهد العليا، والجامعات يتعين عليها أيضا أن تقوم بجدولة قاعات ومدرجات وفصول الدراسة والمحاضرون والطلبة .

بل لا نكون مبالغين إذا قلنا أن نشاط الجدولة يتعين أن يتم أيضا حتى على المستوى الفردى لأصحاب المهن المختلفة، فالأطباء والمحاسبون، والمحامون، والمقاولون وغيرهم من مهن أخرى يتعين عليهم جدولة عملياتهم وواجباتهم .

وإذا كنا ننظر إلى عملية اتخاذ القرارات على أنها تأخذ شكل سلم هرمى، فسنجد أن قرارات الجدولة تأتى فى آخر مرحلة فى هذا السلم الهرمى قبل أن تتحقق المخرجات الفعلية للنظام المعين .

وخلاصة ما تقدم أنه يقع على الإدارة مهمة جدولة العمليات للأوامر الموجودة و (أو) الطلب المتوقع وقريب الحدث، وهذه الجدولة لمدد تتراوح بين عدة أيام إلى شهر، وهى بهذا المفهوم تتضمن التفصيلات الدقيقة لخطة الإنتاج الإجمالية، إذ يتم تخصيص الأوامر الفعلية أولا على الموارد المعنية (تسهيلات، عمالة، ومعدات)، وعندئذ يتم وضع تتابع مراكز العمليات لتحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة الفعلية الموجودة أو لتحقيق أى هدف آخر تراه الإدارة مناسبة.

ولمنا قد لاحظنا عند مناقشة موضوع التخطيط الإجمالى للإنتاج - فى الفصل السابق - أنه قد تم تخصيص الطلب المتوقع على فترات الإنتاج بصرف النظر عن نوعية المنتجات التى سيتم إنتاجها، أما فى الجدولة فإنه سيتم تجزئة الطلب المتوقع على كل منتج ثم يتم تخصيصه على ساعات معينة، أو يوميا أو على فترات أسبوعية على مراكز العمليات المحددة، وعلى ذلك فإن جدولة الإنتاج تغطى الجوانب التفصيلية الخاصة بخطة الإنتاج من حيث تواريخ البدء والانتهاى من الأعمال والعمليات وتتابعها، وكمية الإنتاج من كل

صنف، ونوعية وحجم المواد المستخدمة فى الإنتاج، ونوعية وعدد الآلات اللازمة، ونوعية وحجم العمالة المطلوبة وكافة الاحتياجات الأخرى .  
**أهمية جدولة العمليات :**

يمكن الوقوف على أهمية جدولة العمليات وبصفة خاصة فى المجال الصناعى من تصور الآثار غير المرغوب فيها والتي تصاحب دائما غياب الجدولة، أو القصور فى كفاءة إعدادها، هذه الآثار تبرز أهمية جدولة العمليات ولماذا تلقى كل هذا الاهتمام والعناية كموضوع من موضوعات إدارة الإنتاج والعمليات، وفيما يلى أهم الآثار الناجمة عن عدم الاهتمام بالقدر الكافى بجدولة العمليات :

١- أن قصور وضعف وعدم كفاءة جدولة العمليات سينعكس أثره مباشرة فى صورة سوء استخدام للموارد المتاحة للمشروع من آلات، وعمال، ومعدات، ومواد إذ سيظهر الوقت الضائع فى الطاقات المتاحة من تلك الموارد، كساعات عمل غير مستغلة، أو ساعات آلات عاطلة دون استخدام ومن ثم يتدنى مستوى استغلال طاقات تلك الموارد، الأمر الذى سيجلب أبلغ الضرر بمركز الربحية لذلك المشروع، وتلك الطاقات غير المستغلة إنما تنشئ بسبب رئيسى هو سوء تخطيط استخدامها مما يجعلها فى حالة انتظار لحين وصول الأوامر التى تنفذها بواسطتها، أو قد يفاجئ القائمون بالتنفيذ أن الطاقات المطلوبة لتنفيذ الأوامر المطلوبة غير متوفرة بالقدر الكافى، أو قد يحدث نتيجة لهذا القصور أن يتم التخصيص فى وقت غير ملائم، أو قد يظهر نتيجة لذلك إختناقات فى تدفق الإنتاج والنتيجة النهائية لكل تلك المظاهر غير المرغوب فيها هو اتجاه تكاليف الإنتاج إلى الزيادة، وهذا يضر ويضعف المركز التنافسى للمشروع فى مواجهة مشروعات أخرى منافسة تهتم ببلوغ درجة عالية من الكفاءة عند إعداد جدولة عملياتها .

٢- تكرار حدوث عدم الكفاءة فى جدول العمليات يؤدى إلى ظهور تأخير فى تتابع أوامر الإنتاج داخل النظام، إذ ستتحرك أوامر الإنتاج ببطئ وهذا يؤدى بدوره إلى زيادة فى التكاليف، وتأخير الانتهاء من الأوامر الأخرى، والذى ينشأ عنه دائما عدم رضا العميل بسبب التأخير فى مواعيد التسليم، أو قد يلجأ المشروع إلى إنهاء الأوامر الهامة Hot jobs فى موعدها بزيادة الموارد المخصصة مما يرفع تكاليف التشغيل، لذلك يتم فى كثير من الأحيان قياس كفاءة عملية الجدولة بمؤشرات أهمها القدرة على تسليم الطلبات فى مواعيدها وكذلك مستوى استغلال المتاح من الإمكانيات

### أهداف جدولة العمليات :

تسعى جدولة العمليات إلى تحقيق مجموعة من الأهداف تؤدى جميعها إلى تحسين موقف الربحية والمركز التنافسى للمشروع من خلال تخفيض التكاليف وإقامة علاقات طيبة مع العملاء خاصة بالالتزام بمواعيد التسليم المتفق عليها، وفيما يلى أهم الأهداف التى نرمى إلى تحقيقها من وراء إعداد جدولة سليمة وصحيحة للعمليات :

١- تهدف الجدولة إلى محاولة تخفيض وقت الإعداد setting time، مما يمثل وفرا فى الطاقة المتاحة يكافئ أو يعادل طاقة إضافية يكسبها المشروع، ويمكن للجدولة العمل على تحقيق هذا الهدف عن طريق تخفيض وقت التحضير الذى يعمل بدوره على تقصير دورة التشغيل وخصوصا إذا أمكن زيادة كفاءة وفاعلية تتابع العمل.

٢- كذلك تهدف جدولة العمليات - وامتدادا للهدف السابق - من خلال خفض المناولة والاستفادة الكاملة من القوى العاملة والطاقة الآلية، إلى تخفيض وقت الأداء الفعلى وهذا ينعكس بدوره على تكلفة الإنتاج على



خفضها، كذلك يتمكن المشروع من سرعة تسليم الطلبات للعملاء، كما أن عمليات المناولة والتتابع السليم للعمليات يؤدي إلى تخفيض حجم المخزون تحت التشغيل وما يستتبعه من تقليل رأس المال المستثمر في المخزون وتخفيض تكلفة التخزين، وتخفيض التآكل والعمام، وإعطاء مزيد من حرية الحركة بدلا من التكدس حول الآلات، وتظهر كل هذه المزايا بصفة خاصة في حالة الإنتاج المتغير، أما في حالة خط الإنتاج والذي تم تصميمه ليعطى إنتاجيا متدفقا فقد لا يكون ذلك واضحا للطبيعة الخاصة لخط الإنتاج، ولكن تظهر به غالبا مشكلة عنق الزجاجة الناشئ بسبب عدم التوازن على المراحل المختلفة له.

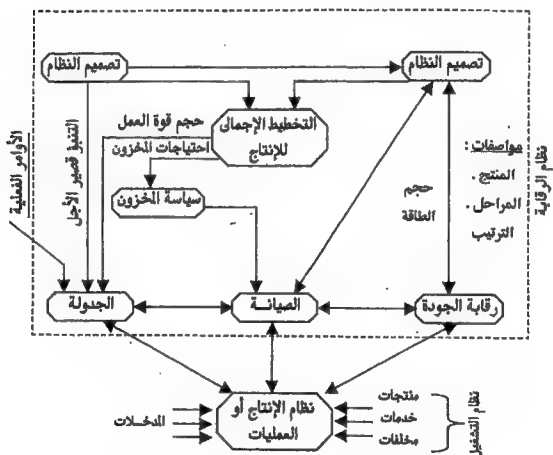
٢- تهدف جدولة الإنتاج أو حد من أو تخفيض الطاقة العاطلة للموارد المتاحة سواء كانت طاقة آلية أو بشرية، وهذا يؤدي إلى حسن استغلال الإمكانيات والموارد المتاحة بالوصول إلى أعلى نسبة من استغلال الطاقة الآلية، ورفع معدلات التشغيل للعمال، وهذا أيضا ينعكس على التكاليف وريحية المشروع بسبب زيادة الإنتاج التي ترجع إلى تخفيض تلك الطاقات العاطلة خاصة إذا علمنا أن التكاليف الثابتة المترتبة عليها نسبة كبيرة من تكاليف الإنتاج .

٣- تسعى جدولة العمليات إلى تسليم الطلبات أو تقديم السلع إلى السوق في مواعيدها المتفق عليها في حالة طلبات العملاء، أو المواعيد التي تتفق مع حاجة المستهلكين دون أي تأخير قد يتسبب عند ارتباك لخطط العملاء أو دفع غرامات تأخير أو التعرض لإلغاء الطلبات إذا كانت شروط التعاقد تعطي هذا الحق للعميل .

## العوامل المؤثرة على الجدولة :

برغم أن مشكلة الجدولة بصفة عامة تعتبر واحدة لكل المنظمات، إلا أن الطرق الخاصة المستخدمة لحلها فى إطار بيئة معينة تعتمد على نوع العمليات الإنتاجية المستخدمة، وحيث أن الجدولة تستخدم لتنظيم تدفق العمل regular work flow من خلال النظام، إذن يمكن القول بأن العامل الحاسم والأساسى والذي يحدد استراتيجية الجدولة التى تطبق هو نوع التدفق الذى يسمح به تصميم المراحل والعمليات process، لذلك فإن اختيار الطريقة المعينة التى يتم على أساسها إعداد جدولة العمليات تعتمد على ما إذا كنا نتعامل مع مراحل مستمرة continuous process مثل تسلسل العمليات الإنتاجية فى مراحل الغزل والنسيج والتجهيز فى صناعة القطن، وكذلك مراحل الإنتاج المستمرة بمعامل تكرير البترول والتى تغرف بأنها حالة ثابتة التدفق flow shop وهى غالبا تتم فى شكل خط إنتاج أو إذا كنا نتعامل مع حالة أن يكون لكل أمر أو طلبية تدفق معين حسب مواصفات الطلبية أو نوع الخدمة المطلوبة، وهذه الحالة تتم من خلال ما نطلق عليه القسم الإنتاجى أو الوحدة الإنتاجية Job shop، حيث تتوقف أنواع العمليات المقدمة على طبيعة كل أمر وعناصره، وهناك حالة ثالثة أيضا وهى حالة جدولة مشروع project يقوم بتقديم منتج وحد أو خدمة وحيدة مثل أن يكون المستهدف هو تنفيذ مشروع معين بكامله مثل إنشاء كوبرى أو حفر بئر للبترول وهكذا، وفى جميع الحالات فإن كفاءة وفاعلية قرارات الجدولة تتطلب مراعاة اعتبارات متعددة أهمها تلك العلاقات التى توجد بين قرارات الجدولة والقرارات فى المجالات الأخرى التى تتصل بمجالات التنبؤ forecasting، والتخطيط الإجمالى aggregate planning والمخزون، والصيانة، ومراقبة الجودة .

ويمكن الوقوف على هذه الشبكة من العلاقات والتداخلات من خلال الشكل التالي والذي يمثل علاقات نظام الجدولة بمجالات القرارات الأخرى، ويتبين منه أنه يتم إعداد الجدولة استجابة للأوامر الفعلية للطلب والتي وصلت فعلا من خلال طلبيات العملاء أو من خلال التنبؤات قصيرة الأجل بالطلب أو من كليهما معا، وأن الشكل المعين للجدولة يتأثر بما توفره الخطة الإجمالية من طاقات في الأجل القصيرة (حجم قوة العمل، التعاقد من الباطن .. الخ) وبالمخزون المتاح، وبأنشطة الصيانة المطلوبة لاستمرار المحافظة على العمليات في أحسن حالات التشغيل .



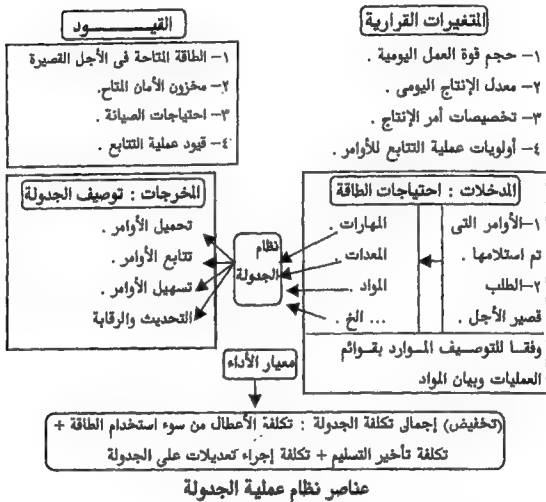
### علاقة نظام الجدولة مع مجالات القرار الأخرى

## نظام الجدولة the scheduling system

بعد أن تم توضيح العلاقات الأساسية للجدولة مع باقى الوظائف واستخلصنا منها بصورة مختصرة تلك العوامل التى تؤثر على الجدولة والتى يمين أن تكون محل اهتمام يجب أن نعمل على توفير كافة بياناتها وصورها ونمط تأثيرها حتى لا تتم الجدولة فى غيبة من وضوح الرؤية الكامل لمثل تلك العلاقات، فإنه يكون من المفيد والمنطقى الآن أن نتناول بالتركيز الجدولة فى حد ذاتها، لقد وقفنا على العلاقات بينها وبين باقى الوظائف، لذا يكون من المتعين فى المرحلة التالية للدراسة أن ينصب كامل اهتمامنا على نظام الجدولة نفسه ومكوناته وعناصره الأساسية والتفاعلات الداخلية لتلك العناصر وأهمية ودور وتأثير كل منها على عملية الجدولة، ولقد قمنا بتقسيم عناصر النظام إلى ٥ مجموعات من العناصر رأينا أنها هى التى تشكل فى مجموعها نظام الجدولة ولا يمكن أن يتم عمل الجدولة إلا بعد التحليل الكامل لتلك العناصر الخمس وهى تشمل :

- ١- أنشطة أو مخرجات نظام الجدولة .
  - ٢- المعلومات المطلوبة لنظام الجدولة (المدخلات)
  - ٣- القيود المفروضة على نظام الجدولة.
  - ٤- المتغيرات القرارية لنظام الجدولة .
  - ٥- معيار الأداء الذى سيتم من خلاله الحكم على نظام الجدولة .
- ونظرا لأهمية تحليل محتويات ومضمون تلك العناصر الخمسة، فسنتناول فيما يلى شرحا تحليليا لهذه العناصر ومكوناتها ودور كل منها وتأثيره على إعداد جدولة العمليات وعلى تخصيص الأوامر وتتابع أداء

العمليات، والشكل التالي يصور عناصر نظام عملية الجدولة ونستتبعه بشرح توضيحي تحليلي لتلك العناصر.



### أولا: أنشطة (مخرجات) نظام الجدولة :

Activities (or outputs) of scheduling system :

لقد جرت العادة بين الكتاب عند تناول عناصر النظام أن يتناولوا بالتحليل عنصر المدخلات في بداية استعراضهم لتلك العناصر ثم يتبعونها بالأنشطة التي تناولت تلك المدخلات بالتشغيل والعمليات وصولا إلى العنصر الخاص بالمخرجات، إلا أننا في هذا الجزء - لأهداف الشرح والتوضيح - سنخرج على تلك العادة مستنديين في ذلك إلى القاعدة التي تقرر أن الأهداف

هى التى تحدد ماذا يجب عمه ، ومن ثم فإن نظام جدولة العمليات يتعين أن يجند كل الإمكانيات المتاحة لتحقيق المستهدف من وراء هذه الجدولة ، أى أن الأهداف المنوطة بجدولة العمليات والنتائج المأمولة منها يتعين أن تكون بمثابة المرشد الذى يحدد المعلومات المطلوبة والقيود المفروضة والمتغيرات القرارية ومعايير التقييم والأداء لذلك فقد رأينا أن نبدأ أولاً بتحديد مخرجات نظام الجدولة أو أنشطة الجدولة .

لقد سبق القول فى جزء متقدم من هذا الفصل أن جدولة العمليات تستهدف محاولة تخفيض وقت الإعداد، وخفض عمليات مناولة المواد، والاستفادة القصوى من القوى العاملة والطاقة الآلية، وإلى منع أو الحد من الطاقة العاطلة فى أى مورد من الموارد المتاحة، وتسليم الطلبات فى مواعييدها دون تأخير، إن تلك الأهداف جميعها لا يمكن تحقيقها وبدرجة عالية من الكفاءة إلا بضمان إعداد تدفق سليم للعمل خلال مختلف المراحل التى يتعين أن يمر عليها المنتج المعين، ولتحقيق هدف إنسياب وتدفق العمل مختلف المراحل الإنتاجية يتعين أن تكون أنشطة نظام الجدولة (مخرجات) هى تلك الأنشطة التى يمكن أن تضمن بعد إعدادها الإعداد الجيد والسليم لتحقيق أهداف الجدولة السابق ذكرها، وبمعنى آخر أن عملية الجدولة تنطوى على مجموعة من الأنشطة يتم إعدادها والانتهاؤها فتصبح بمثابة مخرجات ذلك النظام، وفيما يلى أنشطة جدولة العمليات (المخرجات) :

١- عملية التحميل loading، وهذه العملية تعنى دراسة العلاقة بين الحمولة load وبين الطاقة المتاحة بكل مراكز العمل work center، وهذا يعنى أنه يتعين الوصول إلى نوع من التكافؤ والمواءمة بين الطاقات اللازمة لتنفيذ أوامر الإنتاج التى تم استلامها للوفاء بها وأيضاً الأوامر المتوقع استلامها للتنفيذ، وبين الطاقات الموجودة والمتاحة، وتنتهى عملية التحميل بتخصيص الأوامر على مختلف التسهيلات المتاحة، والمشتغلين، والمعدات، ومختلف الإمكانيات الأخرى .

٢- عملية التتابع sequencing، عندما تنتهى عملية التحميل من تحديد الآلات أو مراكز العمل التى سوف تستخدم لتشغيل أوامر معينة، فإنه يلزم بعد ذلك تعيين المعين لتشغيل تلك الأوامر وفقا لأولوية تعيينه على الوحدات الإنتاجية .

٣- الإذن بالإنتاج dispatching، وهو يشير إلى عملية الترخيص بالأداء الفعلى لجدولة الأوامر ووضعها موضع التنفيذ والتشغيل .

٤- عملية مراقبة أداء الجدولة controlling schedule performance إذ لا ينتهى العمل على الأمر بالإنتاج عند مجرد إرساله والترخيص بتنفيذه فعليا ولكن يتعين أن يستمر العمل حتى يتم متابعة أداء الجدولة، إذ يتعين مراجعة أوضاع الأوامر بعد الترخيص بالتنفيذ من حيث مدى تقدمها عبر النظام، كذلك عملية المراجعة وإجراء تعديل على التتابع إذا ما كانت هناك حاجة إلى أحداث مثل هذا التعديل خاصة فى حالة ما إذا كانت هناك أوامر قد تركت أو أوامر أخرى لها أولوية عالية للتنفيذ تستدئ إجراء مثل هذا التعديل فى التتابع .

٥- تحديث الجدولة updating schedules أن وضع نظام الجدولة ليس جامدا وثابتا بل يتعين أن تكون به من المرونة ما يكفى لإدخال أى جديد عليه وتحديثه من خلال مراجعته باستمرار، فعملية التحديث هذه مطلوبة لتعكس أى تعديل أو تطوير فى ظروف العمليات والتشغيل الحالية، أو للتعامل مع ما تقرر من تعديلات على أولويات الأوامر التى سيتم تنفيذها، وبذلك نضمن أن نظام الجدولة ويتلاءم دائما مع الظروف الحالية ومن ثم يتسم بالواقعية .

وليس من المبالغة القول بأن تلك المهام والتى تمثل مخرجات نظام الجدول لها طبيعة معقدة، وتحتاج إلى عمليات حسابية ورياضيات فى تصل إلى مرحلة يعجز المخطط القائم بالجدولة عن أدائها بمحاولاته العادية دون استخدام أدوات وأساليب رياضية تمكنه من ذلك، والحقيقة أن هذه المهام

أصبح من الممكن الآن أن يتم إعدادها وباستمرار بعيدا عن تلك التعقيدات التي قد لا تشجع على الاهتمام بها بل قد تجعله ينصرف عنها، ولقد ساعدت الأشكال والرسوم البيانية وكذلك برامج الحاسب الآلى فى تسهيل التعامل مع هذه التعقيدات ومكنت الإدارة من القيام بدورها كاملا فى تقييم ورقابة أداء الجدولة .

### ثانيا : المعلومات المطلوبة (المدخلات) لنظام الجدولة :

Information requirement (or Inputs) of scheduling

يتعين توافر القدر الكافى من المعلومات الضرورية لعمل الجدولة ، فإذا كنا سنتعامل مع قرارات تتعلق بتخصيص الطاقة على الأوامر الإنتاجية ، وتحديد أولويات الأوامر ، ورقابة عملية جدولة الإنتاج ، فإن كل تلك العمليات والمهام تحتاج إلى بيانات ومعلومات تفصيلية يتم استنادا إليها العمل على إنجاز هذه المهام ، إذ كيف يمكن تخصيص الطاقة على الأوامر الإنتاجية فى غياب المعلومات الخاصة بمقدار ونوعية الطاقة المتاحة؟ وأين ومتى تكون متوافرة؟ وما هى متطلبات الأوامر الإنتاجية؟ وما هى العمليات الإنتاجية المطلوبة لتنفيذ كل صنف يضمه الأمر الإنتاجى ؟ والمزيد من تلك لتفاصيل من المعلومات ، ولذلك فإذا كنا نعتبر أن مخرجات عملية الجدولة تتمثل فى عملية التجميل ، وعملية القنابع والإذن بالإنتاج ، ومراقبة أداء الجدولة ، وتحديث الجدولة ، فإن هذه الأمور كلها لن تتم إلا إذا توافرت المدخلات المطلوبة والتي تتمثل فى المعلومات التفصيلية عن نواحى كثير متعددة ، والافتقار أى منها أو القصور فى توفيرها لن يمكن نظام الجدولة من أن ينتهى إلى قرارات الجدولة المطلوبة .

وفى هذا الإطار فإنه يتعين أن نحدد بدقة احتياجات الأداء من الطاقة capacity requirements سواء تلك الأوامر التى تم تسلمها أو من الطلب المتوقع فى المدى القصير ، ونقصد بالطاقة هنا الكم والنوع من الموارد المطلوب استخدامها لتلك الأوامر من حيث المهارات ، والمعدات ، والمواد إلى آخر تلك



الاحتياجات من الموارد، وهذه المعلومات لها مصادرها التي يمكن الحصول عليها منها، فبالنسبة للمنتج المعين المطلوب إنتاجه يمكن الحصول على تلك المعلومات الخاصة بالطاقة من قائمة العمليات operation sheet وهذه القائمة تحدد الموارد المطلوبة لتنفيذ مهمة معينة من المهارات البشرية المطلوبة، وكذلك التجهيزات الآلية، والأزمئة المعيارية، وغير ذلك من البيانات الخاصة بالطاقة البشرية والآلية، كذلك يمكن تحديد الاحتياجات من المواد والأجزاء وقطع الغيار، واحتياجات التوريد، وذلك بالرجوع إلى ما يسمى ببيان المواد . Bill of materials

ويجدر بنا أن نقرر في هذا الموضع أن جودة قرارات الجدولة بمدلول كفاءتها وفعاليتها رهن ليس بمجرد توفير تلك المدخلات من المعلومات دائماً وإنما يتوقف إلى مدى بعيد على جودة ودقة تلك التقديرات، ولهذا السبب كان من الواجب دائماً العمل على تحديث تلك المعلومات المسجلة وتعديل أى تطور أو تغير يحدث فيها ليعكس الواقع الفعلى لها دون مبالغة أو تهوين، فلا بد أن تعكس تلك المعلومات الواقع فعلاً من حيث أوضاع القوة العاملة عدداً ونوعية ومهارة وأى تغييرات تطرأ عليها، وساعات العمل المتاحة منها، وبيان الإجازات والانقطاع عن العمل وكل ما يتدرج تحت بند الأوضاع الحالية للعاملين، كذلك الحال بالنسبة للمعدات المتاحة، هذا بالإضافة إلى التغيرات التى تحدث فى احتياجات الوحدة الواحدة من المنتج المعين من الطاقة بمختلف أنواعها والناتجة عن التغيرات المقصودة من جانب المشروع أو من جانب العميل فى تصميم المنتج أو فى محتوى العملية الصناعية المهيّنة، فلو حدث تعديل أو تغيير أو تطوير فى نموذج المنتج الحال فحتماً سيؤثر على احتياجاته من الطاقة فى مراحل تشغيله المختلفة، كذلك إذا تم تحديث تكنولوجيا المعدات والآلات بالمشروع سيترتب عليها جديدة باحتياجات الوحدة من العمليات الصناعية، واحتياجات الوحدة من الطاقة من كل منها ومن مختلف أنواع الموارد الأخرى، لهذا كله يصبح إلزاماً على القائمين بأمر الجدولة

ضمان أن تكون المعلومات المطلوبة جميعا وبالقدر الكافى متوافرة وتكون جاهزة تماما عند الاحتياج إليها وأن تكون مبنية على تقديرات صحيحة روعى فى إعدادها الدقة وتم تحديثها أولا بأول لتعكس الواقع الفعلى داخل المشروع وطبيعة عملياته ومستوى التكنولوجيا المتاحة والمهارات المتوافرة وأية معلومات أخرى تسهم فى إعداد الجدولة بكفاءة وفاعلية .

ولعل ما تقدم يؤكد ضرورة أن يكون لدى المشروع نظام متكامل للمعلومات يخدم مختلف النواحي والأنشطة ، ومن بينها نشاط تخطيط الإنتاج عموما ، وأن يتم تحديثه أولا بأول وتوفير معلوماته فى الأوقات المناسبة للاستخدام ، وأن تكون المعلومات شاملة وتغطى احتياجات المخطط ليتمكن من أداء مهام وظيفته بيسر وكفاءة .

### ثالثا : قيود نظام الجدولة : scheduling – system constraints

ونعنى بذلك أن هناك نهايات محددة تحد من العدد الهائل من البدائل المتاحة للاختيار من بينها ، فأى مشروع مهما كان نوعه يملك من الموارد المختلفة بقدر معين ومحدد ، فمثلا قد يكون هناك حد أقصى لما يمكن للإدارة الحصول عليه من مادة معينة ، أو طاقة آلية معينة ، أو رأس المال معين ، أو أن يكون هناك حد أقصى للطاقة الاستيعابية للسوق بالنسبة لنوعية معينة من السلع .. وهكذا ، وهذا كله يعنى أنه يتعين تحقيق الهدف المنشود فى إطار القيود المفروضة على البدائل المتاحة أمام الإدارة.

المقدمة السابقة عن القيود تزهى أن هناك دائما نوعية معينة من القيود تكون مفروضة على مشكلة معينة عند التوصل إلى وجود حل أمثل لها ، وعدم وجود أى قيود على المشكلة معناه لا توجد مشكلة تحتاج إلى حل ، وفى إطار موضوع الجدولة ، فإننا سنجد أنه بالقرب من الإعداد النهائي للجدولة تظهر لنا مهمة معقدة ، إذ سنجد أنه سواء كنا فى حالة مشروعات صغيرة أو متوسطة أو كبيرة الحجم فإن عدد الحلول الممكنة والبديلة مذهل ، stayercing ، وهذا راجع

إلى إمكانية إعداد عدد لا نهائى من التوليفات الممكنة لتشغيل مجموعة الأوامر وعموما فإن القيود الواجب مراعاتها فى نظام الجدولة تتعلق بالنواحي الآتية :

أ - العمليات التكنولوجية (تتابع الأنشطة) .

ب- حدود الطاقة (الطاقة العادية والمعدات الجاهزة للتشغيل) .

ج- مستلزمات الخطة الإجمالية للإنتاج من حيث المخزون، حجم القوة العاملة، وحدود التشغيل لوقت إضافى .

د - احتياجات خطة الصيانة maintenance

هـ- حجم المخزون الاحتياطى بين المراحل والمخازن منه .

### رابعا : المتغيرات القرارية لنظام الجدولة

Decision variables for scheduling system

يقصد بالمتغيرات القرارية تلك المتغيرات ذات الصلة بنظام الجدولة وتقع تحت سيطرة ورقابة الإدارة والتي تتصل بعملية إعداد ومراقبة وتحديث جدولة الإنتاج، إذ أن هناك متغيرات معينة تتحكم فيها الإدارة زيادة أو نقصانا أو تحديدا أو تعيينا، تلك المتغيرات ذات تأثير واضح وأساسى على نظام الجدولة وتلك المتغيرات هى :

أ - حجم قوة العمل اليومية .

ب- وضع معدل الإنتاج الفعلى بعد تعديله للأخذ فى الاعتبار الوقت الإضافى أو تخفيض الوقت العادى .

ج- التخصيص المحدد للأوامر على الموارد (العمالة، الآلات، ..) الخ

د - التابع بمعنى تحديد أولويات الأوامر على مراكز التشغيل .

### خامسا : معيار الأداء لنظام الجدولة :

performance criteria for scheduling system

أن التحديد الدقيق للمتغيرات القرارية السابقة يهدف إلى تعظيم أداء عملية الجدولة، ولكن التساؤل هو : كيف يمكن قياس أداء عملية الجدولة؟ الحقيقة أن الأداء غالبا ما يكون من الصعب قياسه، إلا أن هناك من المؤشرات

ما يمكن الاعتداد بها كمعيار للأداء لنظام الجدولة، إذ كما سبق القول أن فاعلية نظام الجدولة المستخدم تتحدد بناحييتين هما :

١- درجة الالتزام بمواعيد التسليم كعنصر مؤثر على رضا العميل.

٢- استغلال الطاقة المتاحة.

وبالنسبة للناحية الأولى وهى درجة الالتزام بمواعيد التسليم وشهور العميل بالرضا تبعاً لذلك، فذلك أمر يمكن قياسه بمؤشر نسبة الطلبات التى تم تسليمها فى المواعيد المتفق عليها promised، وذلك بافتراض عدم تأثر مستوى جودة المنتجات خلال مرحلة إجراء التسهيلات اللازمة، من ناحية أخرى فإن عدم رضا العميل قد يأخذ بعد آخر غير عدم الرضا تجاه المشروع والتعبير عن ذلك فى صورة عدم التعامل معه بعد ذلك أو الاستياء من أداء المشروع، بل قد يتمدى عدم الرضا ذلك الحد بأن يستخدم العميل حقه الثابت فى التعاقد خاصة فى حالات المشروعات الإنشائية والمقاولات والمقود الحكومية ، إذ يكون على المشروع الذى لم يلتزم بالميعاد المحدد للتسليم أن يدفع غرامة تأخير وفقاً لنص بنود الاتفاق معه، إذا حدث تأخير فى مواعيد التسليم وذلك كشرط جزائى تعويضاً للعميل عن الارتباك أو الخسارة التى قد تلحق به نتيجة لهذا التأخير.

وأما بالنسبة للجانب الآخر وهو ما يتعلق باستغلال الطاقة المتاحة، فيمكن تقييم أداء نظام الجدولة فى هذا الخصوص بمؤشر نسبة الوقت العاطل idle time لمختلف مراكز العمل والتى يتم تحديدها من خلال دراسة عينات العمل .

### الجدولة فى حالة الإنتاج :

Flow – shop scheduling

يتعين علينا قبل الدخول فى مفهوم جدولة الإنتاج، والشكل الذى يكون عليه فى حالة خط الإنتاج أن نتعرض أولاً وفى عجلة إلى سمات وخصائص خط الإنتاج المستمر، وإن كان هذا العرض ليس مجاله هنا بل يتم

تناوله بالتحليل والتفصيل عند التعرض لموضوع أنواع أنظمة الإنتاج، إلا أن الوقوف على طبيعة عملية الجدولة في حالة خط الإنتاج تتطلب الفهم الواضح لسماته وخصائصه، ولذلك سنتناول فيما يلي السمات الأساسية لخط الإنتاج بشكل موجز ليخدم أغراض التحليل في هذا الجزء :

١- يمثل تدفق الإنتاج السمة الأساسية لأنظمة الإنتاج حسب المنتج (خط الإنتاج)، وهذا يعنى أن طبيعة الإنتاج على خط الإنتاج مستمرة دون توقف continuous ، ويديهى أن قيام النظام يتوقف على وجود طلب مستقر ومنتهق وأن حجم الطلب على تلك النوعية من السلع يحقق اقتصاديات التشغيل، وأن المنتج الذى يتم إنتاجه على خط الإنتاج لا يتوقف على طلبات ترد من العملاء، ولكن يتم الإنتاج بمواصفات محددة وتنتج السلعة بقصد تخزينها ثم دفع الكميات المختلفة إلى منافذ التوزيع المختلفة لمقابلة الطلب عليها ولذلك عادة ما يطلق على هذا النوع من نظم الإنتاج بأنه نظام الإنتاج للتخزين system production inventory وهذا يعنى أن نمطية المنتج أمر حتمى وضرورى لتفاعلية هذا النظام، أما إذا تطلب الأمر تغيير فى شكل المنتج فإنه يكون فى المرحلة الأخيرة من خط الإنتاج إذا كان ذلك ممكنا واقتصاديا .

٢- تستمد الخاصية الثانية مضمونها من السمة السابقة وهى سمة النمطية، إذ طالما أن خط الإنتاج مصمم على أساس نمطية السلعة أو المنتج لذلك يكون الترتيب الداخلى layout للمعدات والآلات على أساس المنتج product layout وبذلك يمكن اعتبار خط الإنتاج وحدة واحدة لا ينبغي تعطله عند أية مرحلة من مراحله، ويطبق هذا النظام فى العديد من الصناعات مثل صناعة السيارات والأجهزة المنزلية .

٣- ضرورة تحديد العمليات الصناعية اللازمة لإنتاج المنتج وتحديد مواصفاتها، مع تحديد التتابع الزمنى لها ويتم تجميعها فى محطات تشغيل أو مراكز عمل work stations تقوم كل منها بعملية معينة أو

عدة عمليات أو أنظمة فى تتابع محدد تأخذ مكانها وفق هذا الترتيب فى خط الإنتاج .

٤- نظرا لنمطية المنتج فإن كل الوحدات تمر بنفس العمليات عند إنتاجها، ولذلك فهناك تدفق ثابت ومستمر يبدأ بالمادة الخام والأجزاء، ثم يزداد محتوى العمل بإطراد تحت هذا النظام من الإنتاج حتى الانتهاء من التشغيل الكامل للمنتج وخروج الوحدات جاهزة من خط الإنتاج .

٥- توازن جميع مراحل الإنتاج طالما أن إنسياب العمل على خط الإنتاج لا يتيح أية فترة انتظار للمواد تحت التشغيل، وبذلك يجب أن تتساوى أزمنة كافة المراحل الإنتاجية بما يحفظ التوازن المطلوب . ولذلك يتعين أن تكون الطاقة الإنتاجية عند كل مرحلة متعادلة مع المرحلة السابقة عليها والمرحلة اللاحقة لها بما يضمن عدم وجود ما يسمى بعنق الزجاجة أو الاختناقات .

من الخصائص السابقة يمكن القول أن عملية الجدولة بمفهوم التخصيص والتحميل والتتابع وفقا للمفاهيم السابق ذكرها لا تمثل مشكلة بالنسبة لحالة خط الإنتاج والذى صمم على أساس تدفق معين وفقا للتتابع معين يتوافق مع حاجة السلعة التى يتم إنتاجها، أى أن مشكلة الجدولة بمعناها العام لا توجد حيث توجد حالة خط الإنتاج، ولكن المشكلة التى تظهر بشكل واضح وتعمق مسيرة التقدم فى العمليات المتتابعة هى الكيفية التى يتم بها تجميع المهام الضرورية فى مجموعات فى محطات العمل work stations بحيث تعمل على تحقيق قيود التتابع وتحقيق التوازن فى معدل مخرجاتها .

فإذا كان معدل المخرجات output rate يختلف من محطة عمل لأخرى فإن خط الإنتاج سيكون فى حالة عدم توازن out of balance، وسينشأ ذلك الاستغلال السيئ للطاقة المتاحة بتلك المراحل، كذلك تخفيض سرعة خط الإنتاج لتقديده بأقل طاقة متاحة بمحطة العمل المعينة على خط الإنتاج وتصبح

تلك المحطات ذات أقل طاقة هي المتحكم في سرعة خط الإنتاج وتبدأ ظهور نقاط الاختناق وعنق الزجاجة bottleneck عند تلك المحطة .

### مشكلة توازن خط الإنتاج line - balancing problem

تتطلب عملية موازنة خط الإنتاج إلى توافر معلومات عن أزمنة أداء مختلف المهام والعمليات، وترتيب أدائها ومعدل المخرجات المقرر أو زمن الدورة للوحدة cycle time perunit، والشكل التالي يوضح المقومات الأساسية لمشكلة توازن خط الإنتاج :



أن عدم وجود توازن على خط الإنتاج سيؤدي إلى حالات من نقاط الاختناق، والتي تنشأ من عنق الزجاجة بمعنى أن المرحلة السابقة تكون أسرع من المرحلة التالية في القيام بمهمتها المطلوبة على السلعة مما يؤدي إلى تراكم السلع تحت التشغيل انتظاراً للدخول للمرحلة التالية للتشغيل، أو قد يحدث العكس ويظهر وقت عاطل في بعض المراحل خاصة إذا كانت المرحلة السابقة أبطأ من المرحلة اللاحقة، فهذه الأخيرة تستمر في حالة انتظار دون تشغيل حتى تنتهي المرحلة السابقة عليها من أداء مهمتها، ويمكن أن نوضح ذلك من المثال التالي :

مثال :

بغرض أنه يتم إنتاج سلعة على خط إنتاج مكون من ثلاثة مراكز تشغيل تبدأ بالمادة الخام وتنتهى بسلعة تامة الصنع وفيما يلى البيانات الخاصة بالزمن اللازم لتشغيل كل وحدة بكل مركز تشغيل على خط الإنتاج .



والمطلوب تقييم التدفق على هذا الخط الإنتاجى موضحا توازن الخط من

عدمه ، وما هو مقدار وقت الدورة للسلعة الواحدة ؟

الحل : من البيانات السابقة يمكن القول بأن مجموع الزمن اللازم لإنتاج سلعة واحدة هو زمن التشغيل فى المركز س + زمن التشغيل فى المركز ص + زمن التشغيل فى المركز ع = ٦ + ٩ + ٣ = ١٨ دقيقة .

وحتى يمكن الحكم على التدفق على هذا الخط ومدى تحقيق التوازن عليه فإنه يمكن بمجرد النظر دون الدخول فى تحليلات أخرى القول بأن الخط الحالى يعانى من عدم التوازن نظرا لعدم وجود تعادل وتساوى لسرعة مراكز التشغيل على طول الخط والذي سينشأ عنه تراكم للسلع تحت التشغيل عند بداية مراحل معينة ووجود طاقات عاطلة عند مراحل أخرى ، وحتى يمكن توضيح هذه النواحي يكون من الأفضل أن نقوم بإعداد الجدول التالى والذي يمثل تدفق التشغيل على خط الإنتاج عبر مراكز التشغيل الثلاثة ويفرض أن بداية التشغيل هو الثامنة صباحا تماما .



زمن الدورة سورة الخط	مركز التشغيل ع			مركز التشغيل ص			مركز التشغيل س			الوحدات
	زمن النهاية	زمن البداية	وقت عاطل	زمن النهاية	زمن البداية	زمن انتظار	زمن نهاية	زمن بداية		
ق	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	الوحدة الأولى	
ق٩	٨ ١٨	٨ ١٥	٠٠	٨ ١٥	٨ ٠٦	٠٠	٨ ٠٦	٨ ٠٠	الوحدة الثانية	
ق٩	٨ ٣٧	٨ ٢٤	٦	٨ ٢٤	٨ ١٥	٣	٨ ١٢	٨ ٠٦	الوحدة الثالثة	
ق٩	٨ ٣٦	٨ ٣٣	٦	٨ ٣٣	٨ ٢٤	٦	٨ ١٨	٨ ١٢	الوحدة الرابعة	
ق٩	٨ ٤٥	٨ ٤٢	٦	٨ ٤٢	٨ ٣٣	٩	٨ ٢٤	٨ ١٨	الوحدة الخامسة	
ق٩	٨ ٥٤	٨ ٥١	٦	٨ ٥١	٨ ٢٤	١٢	٨ ٣٠	٨ ٢٤		

ويتضح من هذا الجدول ما يلي :

١- أن سرعة هذا الخط الإنتاجي (زمن الدورة cycle time) هو ٩ دقائق وهذا يعني أن هذا الخط تخرج منه سلعة تامة الصنع كل ٩ دقائق ويمكن أن نلاحظ ذلك من تتبع الأزمنة الواردة كأزمنة نهاية لآخر مركز تشغيل وهو المركز (ع) إذ سنجد أن الوحدة الأولى تخرج من الخط في الساعة ق ١٨ س ٨، والوحدة الثانية في الساعة ق ٢٧ س ٨، والوحدة الثالثة الساعة ق ٣٦ س ٨، وهكذا، وقد يتساءل القارئ عن سبب أن هذا الخط ينتج سلعة كل ٩ دقائق في حين أنه وفقا للبيانات المعطاة أن كل سلعة تحتاج لإنتاجها إلى ١٨ ق، والحقيقة أن هذا التساؤل في محله، وللإجابة عليه نقول أن السلعة الواحدة تحتاج لإنتاجها إلى ١٨ ق هذه حقيقة ولكن هذا شيء وسرعة الخط شيء آخر، فلننظر مثلا إلى الوحدة الأولى سنجد أنها دخلت مركز التشغيل (س) في بداية الخط الإنتاجي في الساعة الثامنة صباحا وخرجت من الخط كله بعد تماما تصنيعها في الساعة ق ١٨ س ٨ أي أنها مكثت في الخط زمن إنتاجها المطلوب فعلا وهو ١٨ ق ولكن الذي يجعل سرعة الخط تختلف عن زمن إنتاج الوحدة الكلي راجع إلى أن التشغيل يتم بالتداخل بمعنى أنه بعد انتهاء مركز التشغيل (س) من تشغيل الوحدة الأولى إلى مركز التشغيل (ص)، لا يقف مركز التشغيل (س) في حالة توقف انتظارا لإنتهاء الوحدة الأولى من كل مراكز التشغيل، بل يبدأ في تشغيل الوحدة الثانية في حين أن الوحدة الأولى مازالت في مركز التشغيل (ص) ليتم إجزاء عمليات المركز عليها إذ أن الإنتاج يتم بتدفق وليس بدفقات وهذا هو السر الذي يكمن وراء الإنتاجية المرتفعة لخطوط الإنتاج المستمرة .

٢- يلاحظ أن سرعة الخط الإنتاجي كما سبق القول هو (٩) دقائق وهذا الوقت هو بالتمام الوقت اللازم للتشغيل على السلعة في أبسط مراكز التشغيل على

الخط الإنتاجى وهو مركز التشغيل (ص ٩) إذن يمكن القول بصفة عامة أن أبداً مركز تشغيل على الخط الإنتاجى هو المتحكم فى سرعته .

٣- يلاحظ على الجدول أننا أضفنا عمود فى بداية مراكز التشغيل (ص)، وكذلك بالنسبة لمركز التشغيل (ع) لإظهار زمن الانتظار وزمن الوقت العاطل . إذ سنجد وجود أوقات انتظار فى مركز التشغيل (ص)، ووجود أوقات عاطلة فى مركز التشغيل (ع)، ويمكن توضيح كيفية حساب هذه الأزمنة كالآتى :

أ - أزمنة الانتظار عند التشغيل (ص) :

- سنجد أن الوحدة الأولى خرجت من مركز التشغيل (ص) فى الساعة ق ٠٦، ٨ س، ودخلت إلى مركز التشغيل (ص) فى الساعة ق ٠٦، ٨ س، أى أنها دخلت المرحلة التالية فور إنتهاء المرحلة السابقة ومن ثم فلم تنتظر تلك الوحدة لأى زمن بل بدأ التشغيل عليها فوراً لذلك سنجد أن وقت الانتظار للوحدة الأولى فى مركز التشغيل (ص) = صفر .

- الوحدة الثانية خرجت من مركز التشغيل (ص) فى الساعة ق ١٢، ٨ س ولكنها لن تدخل إلى مركز التشغيل (ص) مباشرة بل عليها الانتظار إلى أن ينتهى هذا المركز (ص) من الوحدة الأولى التى-مازالت تحت التشغيل فى ذلك المركز لأنها دخلت إليه فى الساعة ق ٠٦، ٨ س وتنتهى فى الساعة ق ١٥، ٨ س ومعنى ذلك أن المركز (ص) غير مستعد لاستقبال الوحدة الثانية إلا فى الساعة ق ١٥، ٨ س، إذن على الوحدة الأولى الانتظار لمدة ثلاث دقائق .

- الوحدة الثالثة خرجت من المركز (ص) فى الساعة ق ١٢، ٨ س ولكنها لن تدخل إلى مركز التشغيل (ص) مباشرة لأنه مازال مشغولاً بالوحدة الثانية ولم ينتهى منها بعد حيث أنه سينتهى فى الساعة ق ٢٤، ٨ س، إذن ستنتظر الوحدة الثالثة لمدة ٦ دقائق حتى تدخل إلى مركز التشغيل (ص) .

- وهكذا بالنسبة للوحدة الرابعة والوحدة الخامسة، وسنجد أن أزمنة الانتظار تتراكم فوق بعضها ٣، ٦، ٩، ١٢ وهكذا، وذلك يعنى تراكم الوحدات

المنتظرة للتشغيل على مركز التشغيل (ص) مما يؤدي إلى نقاط اختناق وظهور عنق الزجاجة على خط الإنتاج .

ب- أوقات عاطلة عند مركز التشغيل (ع) :

نلاحظ من الجدول السابق أنه قد أضيف عمود في أول القسم المخصص لمركز التشغيل (ع) بعنوان الوقت العاطل، وذلك لحساب الأوقات العاطلة بذلك المركز وسوف نجد أنه بالنسبة للوحدة الأولى ستخرج من مركز التشغيل (ص) في الساعة ق ١٥ س ٨ وتدخل مباشرة في نفس التوقيت إلى مركز التشغيل (ع) وهذا يعنى أنه لا يوجد أى انتظار أو وقت عاطل في ذلك المركز الإنتاجى بالنسبة للوحدة الأولى، ولكن سيبدأ الوقت العاطل يظهر بدءاً من الوحدة الثانية حيث أنها ستخرج من مركز التشغيل (ص) في الساعة ق ٢٤ س ٨ وفى هذا التوقيت سنجد أن مركز التشغيل (ع) لم يعمل منذ الساعة ق ٢٤ س ٨ وفى هذا التوقيت سنجد أن مركز التشغيل (ع) لم يعمل منذ الساعة ق ١٨ س ٨ أى أن هناك ق عاطلة فى مركز التشغيل (ع) بالنسبة للوحدة الثانية، وسيكرر هذا الأمر للوحدات الأخرى، إذ سترتب على وحدة طاقة عاطلة مقدارها ٦ دقائق فى مركز التشغيل (ع).

هذه النتائج تشير وتؤكد أن خط الإنتاج بهذا المثال يفتقد إلى التوازن فى التدفق مما ينشأ عنه نقاط اختناق فى بعض أجزائه وطاقة عاطلة فى أجزائه الأخرى ولهذا فإن هناك حاجة إلى موازنة هذا الخط الإنتاجى .

### **تحديد طاقة وكفاءة خط الإنتاج :**

تعتبر طاقة وكفاءة خط الإنتاج من الموضوعات ذات الصلة بعملية الجدولة لهذا سنعرض فى الجزء التالى لكيفية حساب طاقة خط الإنتاج أى معدل الإنتاج المتوقع خلال فترة زمنية معينة، وكذلك قياس كفاءة الخط .

## أ - تحديد طاقة خط الإنتاج :

لتحديد طاقة خط الإنتاج يتم استخدام ما أسميناه قبل ذلك بـ زمن الدورة cycle time للوصول إلى معدل الإنتاج اليومي أو الأسبوعي أو لأي فترة زمنية مطلوبة لخط الإنتاج، فبالنسبة لمثالنا السابق وجدنا أن زمن الدورة هو ٩ دقائق، فإذا وهذا يعنى أن سرعة خط الإنتاج هي الانتهاء من إنتاج سلعة كل ٩ دقائق، فإذا أردنا تكوين معادلة رقمية تحدد معدل الإنتاج في وحدة زمنية معينة ولكن ٦٠ دقيقة مثلاً يمكن وعها رقمياً كالآتى :

$$\text{معدل الإنتاج لخط الإنتاج فى الساعة} = \frac{٦٠}{٩} = \frac{٢}{٣} \text{ وحدة - ساعة .}$$

ويمكن بلورتها فى صورة معادلة لفظية كالآتى :

$$\text{معدل الإنتاج لخط الإنتاج فى زمن معين} = \frac{\text{الزمن المعين}}{\text{زمن الدورة}}$$

فإذا أردنا حساب معدل الإنتاج الأسبوعي لخط الإنتاج بافتراض أن هذا الخط يتم تشغيله ٧ فى الأسبوع وكل يوم ٨ ساعات، وكل ساعة ستون دقيقة كاملة يمكن تطبيق المعادلة التالية كالآتى :

$$\text{معدل الإنتاج الأسبوعي لخط الإنتاج} = \frac{٦٠ \times ٨ \times ٧}{٩} = \frac{١}{٣} \text{ وحدة / الأسبوع}$$

ومن هذه المعادلة وتطبيقها يمكن القول أنه فى الإمكان التحكم فى معدل الإنتاج المحدد عن طريق التأثير على المقام، والذي يمثل زمن الدورة، فإذا كان فى الإمكان تخفيض زمن الدورة زادت بذلك طاقة خط الإنتاج .

## ب- كفاءة خط الإنتاج Efficiency of line

ولقياس كفاءة خط الإنتاج فإن ذلك يتم من خلال مقارنة بين كل من :  
الوقت اللازم لإنتاج وحدة واحدة تامة الصنع على الخط والذي يتم حسابه بجمع كافة أزمنا مراكز التشغيل على طول الخط والمحددة لإنتاج الوحدة الواحدة .

وفى مثالنا هذا كانت تلك الأربعة هى ١٨ دقيقة (٦ + ٩ + ٣) وإذا كانت مراكز التشغيل تتضمن عمليات توعية تفصيلية فيكون الزمن اللازم لإنتاج الوحدة هو مجموع أزمنة جميع الأنشطة لكافة مراكز التشغيل على خط الإنتاج الوقت المستغرق فعلا فى إنتاج وحدة واحدة على الخط الإنتاجى، وهذا الوقت يمثل الوقت الفعلى المنصرف فى التشغيل لإنتاج الوحدة وهو يمثل زمن الدورة مضروباً فى عدد مراكز التشغيل حيث نه قد سبق القول أن الوقت الفعلى لإنتاج الوحدة لا يتم عن طريق جمع أزمنة التنفيذ لكل وحدة فى كل مركز تشغيل، لأن هناك تداخل فى التشغيل، وفى مثالنا هذا سنجد أن وقت الدورة بلغ ٩ دقائق ولذلك يكون الزمن المستغرق هو  $9 \times 3 = 27$  دقيقة وهذا الرقم هو الذى يمثل الوقت المستغرق لإنتاج وحدة واحدة على خط الإنتاج .

وعن طريق نسبة الوقت اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة إلى الوقت المستغرق فى إنتاج الوحدة نحصل على كفاءة خط الإنتاج أى :

$$100 \times \frac{\text{الزمن اللازم لإنتاج الوحدة على خط الإنتاج}}{\text{الوقت المستغرق فى إنتاج الوحدة على خط الإنتاج}} = \text{كفاءة خط الإنتاج}$$

$$100 \times \frac{\text{مجموع أزمنة كافة الأنشطة اللازمة للوحدة على خط الإنتاج}}{\text{عدد مراكز التشغيل} \times \text{زمن الدورة}} =$$

وبذلك يمكن حساب كفاءة خط الإنتاج للمثال الذى نحن بصدده فيكون :

$$\text{كفاءة خط الإنتاج} = 100 \times \frac{18}{9 \times 3} = 100 \times \frac{18}{27} = 66,67\%$$

وهذه النتيجة تشير إلى أن كفاءة خط الإنتاج الوارد بالمثال بلغت حوالى

٦٦٪ فقط وهذا يعنى أن هناك وقت عاطل مقداره ٣٣٪ (١٠٠٪ - ٦٦٪) فى كل وحدة تنتج، وهذا الوقت العاطل يعادل ٩ دقائق عن كل وحدة تنتج، وهذا الوقت العاطل قد تم حسابه من المعادلة التالية :

الوقت العاطل للوحدة الواحدة = الوقت المستغرق فى إنتاج الوحدة  
الواحدة - الزمن اللازم لإنتاج الوحدة = (عدد مراكز التشغيل × زمن الدورة)  
- الزمن اللازم لإنتاج =  $3 \times 9 - 18 = 27 - 18 = 9$  دقيقة .

من الاستعراض السابق لجدولة خط الإنتاج يتبين أننا فى الحقيقة لا  
نواجه بمشكلة جدولة أو تخصيص أو ترتيب وتتابع فى حالة خط الإنتاج  
بالمعنى العام لها، ويرجع السبب فى ذلك أن خط الإنتاج أصلاً قم تم تصميمه  
من البداية على أساس تدفق معين ووفقاً للتابع معين يتوافق مع طبيعة السلعة  
المنتجة عليه ومن ثم فلا توجد مشكلة أن تندرج تحت مسمى الجدولة ولكن  
المشكلة التى دائماً ما نواجهها فى خط الإنتاج هى تحقيق التوازن على خط  
الإنتاج الذى يؤدى غيابه إلى ظهور عاطلة أو نقاط اختناق وهذا ينعكس بدوره  
على طاقته وكفاءته وهناك بعض المشاكل الأخرى التى قد تظهر عند ترجمة  
الخطة الإجمالية للإنتاج إلى خطط لخط الإنتاج وهى موضوع مناقشة الجزء  
التالى :

### **ارتباط عملية الجدولة بالتخطيط الإجمالى فى حالة خط الإنتاج :**

بالنسبة لإعداد الجدولة فى حالة خط الإنتاج فإنها تتم عن طريق  
ترجمة خطة الإنتاج الإجمالية والتى تم إعدادها لتغطى عدة شهور قد تصل إلى  
سنة كاملة، إلى جدولة تفصيلية قد تكون على أساس يومى أو على أساس  
أسبوعى، ونتيجة لهذه التفصيلات أى الانتقال من الخطة الإجمالية إلى  
الجدولة تنشأ عدة مشاكل فى اعتقادنا أنها ليست بالمشاكل الهيئية ولكنها تصل  
إلى مرحلة الخطورة التى يتعين التعامل معها بأسلوب علمى للتغلب عليها وبناء  
جدولة سليمة تضمن تحقيق درجة عالية من الكفاءة والفاعلية لخطة الإنتاج  
وهذه المشاكل هى :

١- لقد سبق القول بأن التخطيط الإجمالى يتولى إعداد تخصيصات للطاقة على  
أساس فترة بفترة لكل من ساعات العمل وساعات تشغيل الآلات وكذلك

المخزون، ولكن عدد إعداد الجدولة والتي ستتم على أساس يومي أو أسبوعي يلزم إذن تفكيك تلك الإجماليات إلى تخصيص مورد معين لمنتج معين وهذا هو الذى يعرف باسم مشكلة المزيج المسمى product-mix problem إذ يتعين أولاً تحديد المزيج الإنتاجى الأمثل والذى يعمل على تعظيم الأرباح، إذ أنه فى مرحلة التخطيط الإجمالى لم تتطرق لنوعيات المنتجات ولكن عند مرحلة الجدولة وتخصيص الطاقة يتعين تحديد المزيج الإنتاجى وهذه مشكلة يتعين تناولها باستخدام أساليب بحوث العمليات وصولاً إلى تشكيله المنتجات وكمية إنتاج كل منها لتحقيق هدف المشروع، بعد ذلك تصبح عملية تخصيص الطاقة على منتج معين بالذات عملية سهلة وبسيطة.

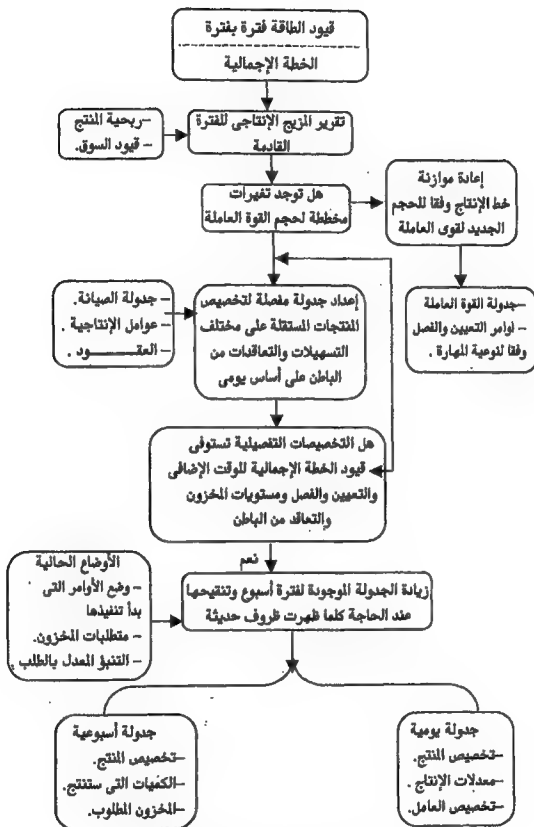
٢- والمشكلة الثانية هى أن خط الإنتاج flow shop لا يمثل سوى مرحلة واحدة فقط من نظام توزيع الإنتاج متعدد المراحل، وبمعنى آخر لا يجب أن ينظر إلى خط الإنتاج على أنه يمثل بمفرده نظاماً إنتاجياً كاملاً، ولكن يجب أن ننظر إليه من منطلق أرحب وأوسع إذ أنه لا يمثل سوى مرحلة من عدة مراحل تتفاعل مع بعضها البعض وتؤثر على بعضها البعض، حيث أنه ينتظم فى ظل نظام يتضمن تدفق المواد والأجزاء المطلوبة، وكذلك المعلومات وكل ذلك من خلال سلسلة تتضمن الموردين، والمصنع، ومخزون المصنع، والموزعين، وتجار الجملة، والمستهلكين النهائيين للسلع، والمستهلكين النهائيين للسلع، هذه السلسلة من الأطراف ذات العلاقة بالنظام منها بعض الحلقات أو المراحل خارجة عن نطاق سيطرة إدارة المشروع ومن ثم يصعب التحكم فيه ورقابتها، فمثلاً عدم توافر معلومات عن أطراف معينة، وكذلك زيادة زمن توريد الاحتياجات لكل مرحلة سيؤدى حتماً إلى تعميق وتوسيع التقلبات فى الطلب عند مستوى



الاستهلاك، والنتيجة هي زيادة التقلبات في مستويات المخزون في بعض المراحل، والتي تتسبب مرة أخرى في أحداث تقلبات كبيرة غير مرغوب فيها في معدلات الإنتاج الفعلية المطلوبة، هذه الأمور كلها لا يمكن تصورها أو استخلاصها أو الوقوف عليها في التخطيط الإجمالي ولا تظهر إلا عند ترجمة الخطة الإجمالية ووضع الجدولة اليومية أو الأسبوعية مما تستدعى استخدام أدوات وأساليب للحد من تلك الآثار غير المرغوب فيها.

→ وتظهر المشكلة الثالثة بسبب الحاجة إلى كثير من المعلومات التي تزداد تعقيدا كلما انتقلنا من مرحلة تخصيص الطاقة العامة *general - capacity* والتي وردت بالخطة الإجمالية التي تخصص معين للموارد على أوامر الإنتاج في مرحلة الجدولة، وهذه المعلومات التي تتسم بالتعقيد تمثل تحديا حقيقيا للإدارة سواء كنا ننظر إليها من منظور حجم تلك البيانات ومعدل تكرارها أو من حيث تحديثها لتمثل المواقع أولا بأول.

ولزيد من التوضيح لتلك المشاكل وكذلك للوقوف على طبيعة العلاقة والارتباط بين التخطيط الإجمالي للإنتاج وبين الجدولة في حالة خط الإنتاج يمثل الشكل التالي مراحل الجدولة لنظام خط الإنتاج ومنه يتبين علاقته بالخطة الإجمالية وتفاصيل نظام جدولة خط الإنتاج.



مراحل الجدولة - خط الإنتاج - تدفق ثابت  
 المصدر : Dervisiotis K.N. op , cit , p 602

من الشكل السابق والذي يمثل مراحل الجدولة لخط الإنتاج - التدفق الثابت يمكن أن نلاحظ الآتي :

١- إن بداية مراحل الجدولة تبدأ من قيود الطاقة التي يمكن توفيرها فترة بفترة خلال المدة التخطيطية للخطة الإجمالية، ولقد سبق أن الخطأ الإجمالية تقوم بتخصيص الطاقة الكلية المتاحة لكل نوع من أنواع الموارد على فترات الخطة الإجمالية، ولكن عند البدء بإعداد الجدولة يتعين إعداد تفصيلات أكثر شمولاً من هذه الإجماليات الواردة بالخطة الإجمالية إذ يتعين على الإدارة توزيع وتخصيص طاقات الموارد المتاحة على كل نوع من أنواع المنتجات للمشروع وعلى كل قسم من أقسام التشغيل، وهذا لن يتأتى إلا إذا كان المشروع قد استقر على المزيج الإنتاجي الأمثل الذي سيقدمه للسوق، وحتى بافتراض أن كثير من المنتجات تتطلب نفس القدر من الموارد (ساعات آلات، ساعات عمالة .. الخ) فهل ستكون جميعها على قدم المساواة من حيث ربحيتها، أن اختلاف ربحية كل منها ستجعل من الضروري استخدام أسلوب ما لتحديد المزيج الإنتاجي الأمثل والذي يصل بها من الأرباح إلى أقصى حد له أو يصل بالتكلفة إلى أدنى حدودها .

والسؤال هو كيف يتقرر المزيج الإنتاجي الأمثل؟ يتقرر ذلك المزيج الإنتاجي الأمثل من حيث الوصول بدالة الهدف objective function إلى أقصى حد لها مع مراعاة تلك القيود المفروضة على دالة الهدف، وهذه القيود المفروضة تتعدد وتنوع وفقاً لكل موقف إنتاجي، في مقدمة هذه القيود هي حدود الطاقة المتاحة آلية أو بشرية أو خاصة بتوريد المواد الخام أو الأجزاء وقيود الطاقة الاستيعابية للسوق وأي قيود أخرى تمثل حدوداً على دالة الهدف، فعلى ضوء ربحية المنتج وفي إطار القيود المفروضة يمكن استخدام نماذج رياضية معينة قد تكون بسيطة أو قد تصل إلى حد الأساليب المعقدة لتحديد المزيج الإنتاجي الأمثل، إذ يمكن استخدام طريقة البرمجة الخطية بأساليبها المختلفة سواء البياني أو السيمبلكس أو النقل أو التخصيص أو أسلوب

برمجة الأهداف أو غير ذلك من أساليب البرمجة الخطية فى تقرير المزيج الإنتاجى الأمثل، وأصبحت معظم الصناعات فى وقفنا الحالة تلجأ إلى الأساليب الكمية لإيجاد حلول مثلى لمشكلة المزيج الإنتاجى، وعلى ذلك فإن أولى خطوات ومراحل جدولة العمليات لخط الإنتاج هو تحديد المزيج الإنتاجى الذى يحقق هدف المشروع .

٢- بعد أن يتم فى المرحلة الأولى من الجدولة تحديد وتقرير المزيج الإنتاجى للفترة القادمة يتم الانتقال إلى المرحلة التالية، وهذه المرحلة تركز على إيجاد توازن على خط الإنتاج بالدرجة الأولى، فإذا كانت هناك تغييرات فى حجم القوة العاملة المخططة من حيث التعيين أو الفصل فإنه يتعين أولاً أن يتم إعادة موازنة خط الإنتاج وفقاً للحجم الجديد للقوى العاملة، أما إذا تبين أنه لا توجد تغييرات مخططة لحجم القوى العاملة عندئذ ننتقل إلى الخطوة التالية من خطوات الجدولة، إلا أنه قد يكون من المناسب هنا أن نوضح أمراً قد يؤثر بعض اللبس لدى القارئ وهو الخاص بإمكانية إعادة توازن خط الإنتاج، خاصة بعد أن ذكرنا أن أحد سمات خط الإنتاج عدم المرونة، الحقيقية أن درجة المرونة فى وضع معدلات الإنتاج لخط الإنتاج قد تختلف من منظمة لأخرى وفقاً لدرجة تكنولوجيا العمليات المستخدمة، إذ لا يخفى علينا أن درجة المرونة فى خط الإنتاج المعتمد على الآلية يختلف عن الآخر المعتمد على درجة محدودة من الميكانيكية فى التشغيل، إذن مرونة خط الإنتاج عملية ليست مطلقة، كما أن إمكانية إعادة التوازن ليست عملية سهلة دائماً ولكنها تختلف وفقاً لظروف الخط وطبيعته وظروف تشغيله ونظامه، وعموماً إذا كان من غير الممكن العمل على إعادة التوازن لمختلف معدلات المخرجات فإننا يمكن أن نلجأ إلى تطبيق الوقت الإضافى أو تخفيض قوة العمل، ومثلاً إذا كان خط التجميع assembly line غير مرن ويعتمد على الآلية فإنه يتعين أيضاً العمل على مواءمة سرعة

- أُخط مع المعدلات المختلفة للمخرجات، وذلك مثلما يحدث فى مصانع تعبئة الزجاجات (مياه غازية مثلا)، ومصنع تغليف الأغذية وغيرها .
- ٣- بعد أن تتم إعادة موازنة خط الإنتاج فإن العمل يتجه بعد ذلك إلى إعداد جدولة منفصلة لتخصيص المنتجات التى تمثل المزيج الإنتاجى الأمثل على مختلف التسهيلات المختلفة، وعند هذه المرحلة قد نجد أن التسهيلات المتاحة غير كافية للوفاء بالطلب المتوقع عندئذ يتعين أيضا جدولة تلك المنتجات لاستكمال النقص فيها عن طريق التعاقد من الباطن وفقا للكميات التى تم تحديدها قبل ذلك فى الخطة الإجمالية، كل ذلك يتم على ضوء جداول الصيانة، وعوامل الإنتاجية، وعقود الاتفاق مع الغير لتدبير النقص فى الإنتاج ليقابل حجم الطلب المتوقع .
- ٤- وتأتى المرحلة الرابعة فى الجدولة على خط الإنتاج وهى تحديد عما إذا كانت التخصيصات التى تمت فى الخطوة الثالثة تستوفى قيود الخطة الإجمالية من حيث الوقت الإضافى، والتعيين والفصل، ومستويات المخزون، والتعاقد من الباطن (بدائل الإنتاج المتاحة) فإذا كانت تستوفى فيتم الانتقال إلى المرحلة الخامسة، أما إذا كانت المرحلة الثالثة لم تستوفى تلك القيود فعودة مرة أخرى إلى الخطوة الثالثة لإعادة الجدولة التفصيلية أخذًا فى الاعتبار تضمين تلك القيود عند إعداد الجودة التفصيلية حتى تصبح ممكنة، والحقيقية حتى وقتنا هذا ليس لدينا الطرق التى تمكننا من اختيار الأفضل من بين عدد من الجدولات الممكنة feasible schedules حيث أنها مهمة صعبة جدا ويصعب حلها باستخدام مدخل الأمثلة .
- ٥- إعداد وتكوين الجدولة الممكنة للفترة التالية ومواءمة الجدولة الحالية لتعكس الظروف الحالية (موقف الأوامر التى بدأ التشغيل عليها مثلا، المستويات المختلفة المستهدفة للمخزون، والتنبؤ المعدل بالطلب) يتم دمجهما معا لوضع جدولة تفصيلية لفترة أو فترتين قادمتين، بتحديد تخصيصات المنتج على التسهيلات، وكذلك تخصيصات العمال والآلات، وتقرير

مستويات المخزون وتواريخ الشحن، وبذلك تصبح معملية الجدولة عملية مستمرة وحركية وتمتد لتغطي فترة قادمة بعد إسقاطها لفترة سابقة.

### الجدولة في حالة الإنتاجية Job-shop scheduling

نقصد هنا بالوحدة الإنتاجية، القسم الإنتاجي أو الورشة الإنتاجية أو ما يتم تسميته في بعض كتابات إدارة الإنتاج ورشة job-shop إلا أننا نفضل استخدام مصطلح الوحدة الإنتاجية لأنها تعكس تماما ما نقصد في هذا السياق، فالوحدة الإنتاجية في الأغلب الأعم تتكون من أكثر من مركز إنتاجي أو قسم أو عدد من الآلات ويتم إنتاج الطلبية أو تقديم الخدمة بالمرور على بعض أو كل هذه المراحل .

وليس بخلاف أن عملية الجدولة التدفق الثابت flow-shop والذي يتمثل في خط الإنتاج، تعتبر عملية سهلة وبسيطة وذلك بالمقارنة بالجدولة في حالة الوحدة الإنتاجية فهي عملية معقدة نسبيا في الحالة وهذا يرجع إلى العوامل الآتية :

١- في حالة خط الإنتاج كان التعامل يتم مع منتج نمطي وتدفع ثابت، أما في حالة الوحدة الإنتاجية فالأمر يختلف إلى حد كبير جدا، فهي تتعامل مع عدد كبير ومختلف من المنتجات ولكل منها نمط مغاير ومختلف في التدفق عبر مراحل التشغيل المختلفة، فاحتياجات تلك المنتجات للتشغيل ليست واحدة بسبب عدم نمطيتها فلكل منها مواصفاته الخاصة التي تتطلب شكلا مختلفا من التدفق وهذا يعطى نوعا من الصعوبة والتعقيد في عملية التحميل .

٢- المعدات والتجهيزات المتاحة بالوحدة الإنتاجية تتقاسم الوقت لمختلف الأوامر في العمليات إذ أن كل أمر ليس من الضروري أن يستخدم كل العمليات الموجودة بالوحدة الإنتاجية، بل أن الأوامر تتقاسم وقت التشغيل على التجهيزات وفقا لاحتياجاتها من تلك العمليات، فإذا لم تكن بحاجة

إلى التشغيل على آلة معينة فليس هناك مبرر لتحميلها عليها بعكس عمليات أخرى، وهذا الوضع طبعاً يختلف في حالة التدفق الثابت والتي تستخدم كل طلبية أو كل منتج كافة التجهيزات الآلية. لخط الإنتاج والذي صمم أصلاً لتأدية تلك العمليات على المواد تحت التشغيل في تتابع معين يستخدم كافة تجهيزات الخط للانتهاء من إنتاج السلعة، وعلى ذلك فليس هناك تقاسم لوقت التجهيزات على الأوامر ولكن الطلبية بالأمر المعين تستخدم حضراً شاملاً لكافة التجهيزات، ولعل ذلك أيضاً يسهم في تعقيد عملية الجدولة بالوحدة الإنتاجية والذي ينشأ أيضاً بسبب خاصية تقاسم وقت التجهيزات للأوامر المطلوب تنفيذها والتي تتضمن منتجات مختلفة بأنماط مختلفة وتحتاج إلى عمليات مختلفة.

٣- قد تكون الأوامر الإنتاجية محكومة بأولويات مختلفة different porosities وهذا بدوره يؤثر على الأمر الإنتاجي الذي يتم اختياره للتشغيل فور تخصيص الأوامر على محطة العمل، وهذا ينعكس بلاشك على عملية الجدولة والتخصيص بالوحدة الإنتاجية، حيث أن كل أمر يتضمن منتج معين غير نمطي في معظم الأحوال ومن ثم يتطلب عمليات مختلفة لتشغيله، ومن ثم فإن هذا الاختلاف مع اختلاف الأولوية سيؤثر على عملية الجدولة والتخصيص بعكس الحال في التدفق الثابت على خط الإنتاج والذي يتميز بتمثال في الوحدات المنتجة التي تخرج من الخط الإنتاجي في طريقها إلى مخزن السلع الجاهزة، ومن ثم فإن الإنتاج المتدفق لا يخلق مثل تلك المشكلة وتعقيداتها والتي تظهر في حالة الوحدات الإنتاجية، إذ أن تقرير وأولويات معينة للأمر في حالة التدفق الثابت لا تؤثر على مواعيد التشغيل - لأن كل الأوامر المفروض أن تتناول نوعية واحدة من المنتجات التي يتم تشغيلها على ذلك الخط - ولكن التأثير لها يكون على تواريخ شحن الطلبية إلى العملاء، فإذا جاء أمر إنتاجي يمثل أولوية أولى فإن ذلك لا علاقة له بالتشغيل على خط الإنتاج ولكن علاقته

تقع على عائق إدارة المبيعات التى سيتعين عليها إعطاء أولوية فى شحن طلبية ذلك الأمر من مخزون تلك المنتجات من مخزون تلك المنتجات الموجودة بالمخازن، إذن الأولوية هى أولوية شحن وليست أولوية تشغيل، فالتشغيل مستمر وخط الإنتاج فى تدفق ثابت ولا علاقة له مطلقات بأولويات الأوامر إلا فيما ندر من الحالات التى قد تحتاج إلى بعض التشطيبات الخاصة فى مرحلة نهاية الخط، وحتى فى تلك الحالة فتأثيرها محدود جداً بالإضافة إلى قدرتها .

وتنشأ عن هذه العوامل الثلاثة عدد كبير من بدائل التحميل المكنة وكذلك مجموعات من التوافيق combinations فى عملية التتابع، وهذا كله ينعكس على تعقيد وصعوبة العمليات الحسابية المطلوبة لتحديد وتقييم الجدولة الممكنة، ولهذا السبب فإننا نجد أن عملية الجدولة فى حالة الوحدة الإنتاجية قد حظيت باهتمام بالغ فى الدراسات والأبحاث السابقة، ومن ناحية أخرى فإنه باستثناء المشاكل الصغيرة فإن إعداد الجدولة فى حالة الإنتاجية وتطويرها وتحديثها يتطلب استثمارات كبيرة فى بعض التسهيلات التى تستخدم فى عملية التقييم خاصة عند استخدام الحاسب الآلى فى ذلك.

وسنتناول فى الجزء التالى دراسة وتحليل الجدولة فى حالة الوحدة الإنتاجية job-shop وذلك من خلال شرح وتفسير مشكلة تحميل الأمر الإنتاجى job loading وبالنسبة للموضوع الأول وهو مشكلة تحميل الأمر الإنتاجى فإنه يتعين علينا أن نقرر ما هى محطات العمل المختلفة work centers التى سيتم تخصيص الأمر عليها، أما فيما يتعلق بمحتوى الموضوع الثانى والخاص بمشكلة تتابع أمر الإنتاج فإنه يتعين علينا تحديد تتابع العمليات لمختلف الأوامر الإنتاجية التى سبق تخصيصها على آلة معينة أو مركز عمل معين .

وفى تحليلنا التالى سنركز بصفة أساسية على بعض الاعتبارات الهامة فى الجدولة وذلك من خلال تحليل وفحص تشكيلة من المشاكل البسيطة والتى يمكن معالجتها فى كل حالة، مثل وجود أمر إنتاجى منفرد ومستقل بذاته،



ولا يمكن تجزئته سواء في عملية التحميل أو عملية التتابع، ومن ناحية أخرى فحيث أن العديد من الوحدات الإنتاجية تتعامل أيضا مع الأوامر التي تتضمن عدة وحدات متشابهة أو من دفعات الإنتاج، لذلك فإننا أيضا سنستعرض طرق جدولة دفعات الإنتاج سواء كانت الدفعة الإنتاجية تمثل حجم اقتصادي أمثل للطلبية أو بدون مراعاة ذلك .

وإذا كانت جدولة الوحدة الإنتاجية مهمة جدا في مجال التصنيع فإنها أيضا يمكن أن تلعب دورا مماثلا في مجال قطاع الخدمات، إذ سنجد أن كثيرا من المنظمات الخدمية تقوم بعملها بطريقة مشابهة ومماثلة للوحدة الإنتاجية، فنظرة سريعة إلى المستشفيات، والمحاكم، والجامعات، والمكاتب الاستشارية وأقسام البوليس والمطافئ، وغيرها من نوعيات الخدمات المختلفة فكل تلك المنظمات الخدمية يمكنها عن طريق الأساليب المستخدمة في نظم التصنيع مع بعض المواءمة والتعديل أن تحسن من أدائها لمهامها المختلفة وتعمل في ذات الوقت على تخفيض تكاليف أداء الخدمات التي تقدمها، وهذا يعنى أنه إذا كانت الجدولة مهمة في مجال التصنيع فإنها لا تقل عنها أهمية في مجال الخدمات وكل ما هو مطروّح هو مجرد عمل بعض التجهيزات أو المواءمات للطرق المستخدمة في الجدولة في المجال الصناعي لتتماشى وتساير طبيعة المنظمات الخدمية .

### عملية التحميل بالوحدة الإنتاجية job shop loading

تبدأ عملية التحميل بالوحدة الإنتاجية بمجرد وصول أمر الإنتاج إلى الوحدة الإنتاجية، ويتم على الفور تخصيص ذلك الأمر على مراكز العمل work centers المختلفة بالوحدة الإنتاجية لتشغيله، ويعتبر هذا التخصيص بمثابة العملية الأولى أو المهمة الأولى لعملية التحميل، وفي مجال المنظمات الخدمية لا يختلف الأمر كثيرا عن الوحدات الصناعية، ففي المستشفيات مثلا تكون أولى مهام الجدولة هي تخصيص المرضى (الأوامر على الأطباء (مراكز العمل)، أو

تخصيص من تقرر إجراء جراحة له (أوامر) على غرف العمليات (مراكز عمل)، أو تخصيص القضايا بالمحاكم على القضاء، وتخصيص رجال البيع على المناطق البيعية، وتخصيص مندوبى التأمين للتعامل مع مطالبات معينة، كل ذلك يماثل تخصيص مهام التصنيع على الورش الإنتاجية أو العنابر machine centers وبصفة عامة يوجد عدة مراكز للعمليات يمكن أن تؤدي أو تنفذ أو معين، أو طلبية معينة، كل منها له خصائص أداء مختلفة .

من التوضيح السابق يمكن أن نصل إلى التحديد الدقيق لمعنى التحميل، إذ أنه العملية التي تهتم بتخصيص أوامر الإنتاج على مراكز التشغيل بالطريقة التي تحقق الأهداف المحددة الموضوعية، مثل تخفيض إجمالي زمن العمليات، أو تخفيض إجمالي تكلفة العمليات، وبمعنى آخر فإن التحميل لا يخرج عن كونه عملية تخصيص للموارد .

وتكون مشكلة التحميل سهلة وبسيطة عندما يكون من الصعب تقسيم أو تجزئة الأمر الإنتاجي، بمعنى أن يتم التعامل معه كوحدة واحدة يصعب توزيعها كأجزاء على مراكز إنتاجية مختلفة، ومن حسن الحظ أن هذه الحالة هي الأكثر شيوعاً في الحياة العملية، ومع ذلك فليس هناك ما يمنع من وجود حالات تنسم بالصعوبة والتعقيد ويكون الإلتجاء فيها إلى التقسيم split ضروري كوسيلة لتحقيق استخدام أفضل للموارد المتاحة، وفي الحالات البسيطة والتي يفترض فيها عدم تقسيم الأمر الإنتاجي No job splitting، يمكن بسهولة إصدار الجدولة باستخدام خريطة جاننت Gant shart، كما أنه أحياناً أخرى وتحت فروض معينة سوف نتناولها فيما بعد يكون من الممكن استخدام أساليب أخرى من البرمجة الخطية مثل طريقة التخصيص، أو طريقة النقل transportation method .

وقد تتم عملية التحميل بصورة مركزية أى أن تتم لكل الإدارات معا وفى جهة واحدة بغية تحقيق درجة عالية من التنسيق بينها جميعا، وقد يتم ذلك بطريقة لا مركزية، أى أن يتم ذلك فى كل إدارة وبمعرفة، ويتيح أسلوب

اللامركزية فى التحميل أن يتمكن المشرف عند تخصيص الأوامر على العمال أن يحفزهم بصورة مباشرة بالكافأة أو وسائل التحفيز الأخرى على أدائهم المتميز، ومن ناحية أخرى فإن التحميل اللامركزى Decentralized loading يصبح وسيلة مهمة لتحقيق درجة عالية من الرضا الوظيفى والإنتاجية .

### التحميل باستخدام خريطة جانت loading wit a Gant chart

تعتبر خريطة جانت Gant chart والأشكال الحديثة المشابهة لها بمثابة الأداة الرئيسية المستخدمة فى مجال الجدولة وأيضاً فى بعض مجالات التحميل، وقد تم وضع هذه الخريطة عام ١٩١٧ بمعرفة المهندس الأمريكى هنرى جانت Henry L. gant ، ولهذا أطلق اسمه عليها وأصبحت معروفة إلى وقتنا هذا بهذا الاسم حتى بعد أن شملها والتطوير إلا أنها مازالت تحل نفس الاسم وأصبحت تتمثل أهميتها فى أنها مساعدة حقيقية فى الحصول على مزيد من المعلومات عن جدولة الإنتاج، ولذلك فإنها مازالت ومنذ بداية القرن العشرين تلقى قبولا عاما فى التطبيق العملى فى منشآت الأعمال حتى الآن يستوى فى ذلك القطاع الصناعى أو قطاع الخدمات .

والحقيقة أن الميزة الأساسية والتي تتسم بها خريطة جانت هى بساطتها وسهولتها تؤدي إلى إمكانية الوقوف على المعلومات المطلوبة بصورة سهلة، كما أن إعدادها أيضا يتسم بالبساطة، بل يمكن القول أنه لم يتبين من كافة المحاولات السابقة فى استخدامها أية خطورة من الاعتماد عليها.

ويمكن وصف خريطة جانت بأنها من مستطيلات أفقية Rectangular grid مقسمة بسلسلة من الخطوط المتوازنة الأفقية horizontal والرأسية vertical الخطوط الرأسية دائما تقسم القياس الأفقى إلى وحدات زمنية units of time، تلك الوحدات الزمنية على المقياس الأفقى قد تكون سنوات، أو شهور أو أسابيع، أو أيام أو ساعات، أو حتى دقائق وذلك وفقا لطبيعة المهمة المطلوب إعداد خريطة لها وأزمنتها.

من ناحية أخرى فإن الخطوط الأفقية تقسم خريطة جاننت إلى أجزاء sections والتي يمكن أن تستخدم لتمثل مختلف مهام العمل (جدولة العمل)، أو لتمثل مراكز عمل work centers (خريطة تحميل load chart) وعندما تركز الخريطة فقط على مهام العمل أو المنتجات، أو الأوامر الإنتاجية، و العمليات التي يلزم القيام بها، فإنها تعرف في هذه الحالة باسم جدولة العمل work schedule، ولكن عندما توضح تلك الخريطة هذه المهام نفسها في مواجهة مراكز العمل والتي تستخدم للإنتاج - مصانع أو إدارات أو رش عمل، أو أدوات ومعدات، أو أفراد - فإنها تعرف في تلك الحالة بخريطة التحميل load chart .

والحقيقة فإن خريطة جاننت يمكن استخدامها وتطبيقها في مجالات الجدولة التالية :

١- جدولة التحميل الدائم أو الثابت .

٢- الجدولة الدورية .

٣- جدولة الأمر الإنتاجي .

وطبيعى أن نجد اختلافات في الاصطلاحات والرموز المستخدمة بين كل من تلك الأنواع الثلاثة من الجدولة، وفيما يلي نتناول تلك الأنواع لتوضيح كيفية إعدادها والمعلومات التي يمكن أن توفرها .

### جدولة التحميل الدائم perpetual loading schedule

وهذا النوع من الخرائط يتم إعداده عن طريق تضمين محتويات كل الأوامر في صورة ملف أمر مفتوح open order file يضمها جميعا بمعنى أنه بدلا من النظر إلى كل أمر على حدة يتم الرجوع إلى كل تلك الأوامر في صورة مجمعة تأخذ تلك الصورة شكل ملف لأمر مفتوح، عندئذ يمكن تسجيل مقدار القوت المطلوب لكل الأوامر من كل إدارة، أو من كل آلة، أو من تسهيلات

الإنتاج على تلك الخريطة، ويمكن توضيح شكل ذلك النوع من خرائط جدولة التحميل الدائم من الشكل التالي :

خريطة جاننت للجدولة الدائمة

الآلة	الأسبوع الخامس	الأسبوع السادس	الأسبوع السابع	الأسبوع الثامن	الأسبوع التاسع
س					
ص					
ع					
ل					

ويلاحظ من تلك الخريطة وجود مستطيلات مظلة باللون الأسود، هذه المستطيلات الأفقية المواجهة لكل آلة توضح الوقت المستغل من كل آلة في إتمام العمل الوارد فعلا بالأوامر الإنتاجية، كذلك توضح تلك الخريطة التحميل المتعلق بكل آلة فمثلا إذا كنا ننظر إليها الآن (كما يشير السهم الموجود في بداية الأسبوع الخامس) فإننا سنجد مثلا أن الآلة (س) محملة بالتشغيل حتى اليوم الثاني من الأسبوع السابع، في حين أن الآلة (ص) محملة بالتشغيل حتى اليوم الثالث من الأسبوع التاسع وهكذا، وبالتالي فإنه باستعراض كافة الأعمال على كافة الآلات يكون لدينا تصور واضح لحمل العمل الكلي overall work load للمصنع .

وهذه الخريطة بهذا الشكل تفيد بتشغيل وتوجيه طاقة الآلات ذات الأحمال الصغيرة للتخفيف عن تلك الإدارات ذات الأعباء الزائدة عن طاقتها overloaded departments كما أن المراجعة الأسبوعية والتحديث الأسبوعي للخريطة يعمل على إمكانية التمسجيل البياني لتغير أحمال العمل، كما أن سمات وخصائص أنماط التحميل تفيد في عملية توجيه دراسات تطوير الطرق

واختيار الاستثمار الرأسمالية، وكذلك المساعدة فى التنبؤ بالاحتياجات من الأفراد وعمليات الصيانة المطلوبة وفقا للأحمال التى تظهرها هذه الخريطة .

## ٢- الجدولة الدورية periodic scheduling

فى الحالة السابقة وهى حالة الجدولة المستمرة لم تكن هناك فترة زمنية معينة تمثل مدى زمنى معين ينتهى فيه العمل ثم يتم تكرار مرة أخرى، بل كانت فترة زمنية ممتدة ولهذا سميت بالجدولة الثابتة المستمرة، أما فى حالة الجدولة الدورية فإن الأمر يختلف إذ نجد أن هناك فترة معينة يتم خلالها الانتهاء من العمل، وإذا افترضنا أن ذلك الذى الزمنى الذى يتم فيه الانتهاء من العمل خلال أسبوع واحد، فإن خريطة الجدولة الدورية لجانت والتى تظهر هنا التحميل على الآلات المناسبة ستظهر كما هو موضح بالشكل التالى :

### خريطة جانت للجدولة الدائمة.

الآلة	الأسبوع الخامس	الأسبوع السادس	الأسبوع السابع	الأسبوع الثامن	الأسبوع التاسع
س	■	■	■	■	
ص	■	■	■	■	■
ع	■	■	■		
ل	■	■	■	■	

ويتبين من هذه الخريطة أنه قد تم توزيع المهام المطلوبة لاستكمال الأوامر الفردية على الآلات بدون اتباع توجيه معين سوى ضرورة أن تتم فى خلال الفترة (الأسبوع)، أى أن كل المطلوب فى توزيع المهام والأوامر أن يتم الانتهاء منها وتشغيلها خلال الدورة المحددة بتلك الخريطة والتى مدتها أسبوع واحد يتكرر بفترات أسبوعية متتالية، ويلاحظ أن طول المستطيل المظل أمام كل آلة وتحت كل فترة أسبوعية يمثل مقدار الوقت المجدول لتشغيل كل آلة أثناء

كل فترة، أما الخط الرسوم أسفل تلك المستطيلات فإنه يمثل حمل العمل التجميعي المجدول فعلا مقدما، إذ يلاحظ بالنسبة للآلة (س) أنه يظهر أن التحميل الخاص بها قد تعدى بداية الأسبوع الثامن، إلا أننا لرقمنا بتجميع أزمنا التحميل لتلك الآلة في صورة أحمال تجميعية فإننا سنلاحظ أنه لن يتعدى الأسبوع السابع إلا بقليل، وهذا يظهر أن تلك الآلة ليست مستغلة بكامل طاقتها، إذن المقارنة بين زمن المستطيلات المرسومة أمام كل آلة والخط المرسوم أسفلها يبين الأزمنة المنقضية والزمن التجميعي، وطبيعي يمثل الفرق بينهما ذلك الوقت غير المستغل في التحميل على تلك الآلة، ولعل القائم بالجدولة يمكن بمجرد النظر الوقوف على تلك الحقيقة مما يجعله يعمل على تغيير نمط تحميل العمل، والتركيز أيضا على الأحمال الزائدة، فمثلا يمكن ملاحظة أن الآلة (ص) لها حمل عمل تراكمي لحوالي أربعة أسابيع كاملة وهذا يشير إلى وجود إنذار بمواجهة مشكلة في الارتباطات المستقبلية مع العملاء .

## ٢) جدولة الأمر الإنتاجي order scheduling

تعتبر خريطة جاننت مفيدة أيضا في حالة جدولة الأمر الإنتاجي المعين، وأبسط شكل لخريطة جاننت في تلك الحالة هي استخدام المستطيلات المظللة وفق أطوالها المعينة لتمثل الوقت اللازم لإتمام العمل على الأمر الإنتاجي وتوضع المستطيلات في صف الآلة المناسبة وتوضع عليها أرقام لتحديد الأمر وكذلك تحدد أطوالها على للقياس الزمني وفقا للجدولة المكتملة .







## رموز خريطة جاننت Gant chart symbols

وجدنا في الخرائط السابقة أننا كنا نكتفى برسم المهام والأوامر وتمثيلها على الخريطة في صورة مستطيلات أفقية مظللة، إلا أن قراءتها بهذه الصورة لا يعطى إنطبعا سريعا المعلومات المطلوب معرفتها من مجرد النظر إليها، ولهذا السبب بدأ الاجتهاد في وضع مجموعة رموز تستخدم للتعبير عن كثير من المعاني والدلالات لتكون فائدة خريطة جاننت أعم وأشمل ولتعطى المزيد من

المعلومات دون حاجة إلى الكثير من الجهد والتحليل، إذ سنجد أنه في معظم حالات الجدولة والتحميل توجد رموزاً خاصة special symbols تستخدم لتمثيل مهام العمل work tasks مع أزمنتها في صورة وحدات طولية units of length ومن ناحية أخرى فإن الرموز المستخدمة في الخرائط لتمثيل مهام العمل تختلف في تفاصيلها من شركة إلى أخرى، ولكن الرموز التي يضمها الجدول التالي هي التي اتفق عليها عند إعداد خرائط جانت، مع ملاحظة أن كل ركز يمثل المهمة المعينة، أما طول هذا الرمز فإنه يشير إلى الوقت المطلوب لتلك المهمة من بدايتها إلى نهايتها وذلك كله في إطار القياس الزمني المستخدم في الخريطة سواء كان باليوم أو بالأسبوع أو بالشهر أو بأي مقياس زمني آخر.



## الرموز المستخدمة في إعداد خريطة جانت

الرمز symbol	معنى الرمز
	بداية العمل أو المهمة start task
	نهاية العمل أو المهمة finish task
	تركز المسافة (s) للوقت اللازم للإعداد للعمل
	الخط الأسود السميك على الجانب الأيمن أسفل المستطيل وبمقدار نصف الطول يشير إلى انتهاء نصف العمل مثلاً الانتهاء من ٢٥ وحدة من ٥٠ مطلوب إنتاجها .
	الوقت الذي تم توفيره في التنفيذ الفعلي بالمقارنة بالخط الموضوعة وترى المهمة التالية وهي الأعلى في الرسم تبدأ في موعدها الصحيح
	بعد التعديل الناشئ عن الوقت الذي تم توفيره في المهمة السابقة .
	الوقت المقتد (الضائع) بالمقارنة بالخط المهمة التالية موضحة في موعدها الجديد الصحيح لبدائها
	عدد المفردات (أو الوحدات) موضحة في أقصى يمين بداية المهمة .
	تعني علامة ( x ) المراجعة أو الفحص

وكما سبق القول فإن يد التطوير والتحديث تنال خريطة جانث فترة بعد أخرى مستهدفة الاستفادة الكاملة من معانيها وإضافة المستحدث إليها لزيادة فاعليتها ولزيادة المتاح منها من المعلومات المفيدة للإدارة فى أغراض التخطيط والرقابة، وفى هذا الاتجاه فإن أحد المحاولات الحديثة والمهمة لتطوير وتحديث طريقة إعداد خريطة جانث هى تلك التى انصبت عليها لإمكان استخدامها ليس فقط لتسجيل الخطة recording a plan ولكن أيضا لتوضيح مدى التقدم الذى حدث فى إنجاز تلك الخطة، ولهذا الغرض فإنه إضافة إلى تسجيل الخطة يتم تسجيل التقدم نحو الاكتمال عن طريق رسم خط أسود سميك thick black line بين أعمدة الجدول، فمثلا إذا كان قد تم إتمام وإنجاز نصف مهمة ما وليكن مثلا الانتهاء من ٢٠٠ جزء خرجت من الآلة من إجمالى عدد الأجزاء وهى ٤٠٠ جزء، عندئذ فإن خط التقدم فى الإنجاز progress line يبدأ من اليمين - بمعنى البداية - ويستمر لنصف طول رمز المهمة task symbol، ووضع الوقت فى الخريطة عن طريق تصحيح مسافة رمز المهمة مع وضع حرف (S) بينهما .

أن تلك التعديلات والتطويرات وغيرها إنما تهدف إلى أن تكون قادرة على إعطاء تقرير سريع لسير الأحداث فى أى لحظة ومقارنته بالخطة الموضوعية ومدى التقدم فى التنفيذ، وهذا كله يعمل على اتخاذ القرارات الملائمة التصحيحية فى الوقت الملائم خاصة للأوامر المتأخرة أو تلك الأوامر الهامة ذات الأولوية الخاصة، وفيما يلى خريطتين أحدهما لجدولة العمل والأخرى خريطة تحميل وقد تم استخدام رموز الخريطة فيها لزيادة التوضيح فى الاستخدام .

## خريطة جانت - جدول العمل

رقم	الوصف	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس
١	منشار	٥ (١)					
٢	مثقاب	٥ (١)					
٣	تدوير وحفر		٥ (١)				
٤	تدوير		٥ (١)				
٥	الأوبيا			٥ (١)			
٦	السنفرة				٥ (١)		

## خريطة جانت - جدول التجميل

رقم	الوصف	التجهيزات	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس
٢٧٤	المنشار	٢	٥٠ (أ)	S	S			
٣٠٩	مثقاب		٥٠ (أ)					
١١٠٧	تنوير وحفر		٥٠ (أ)	S	S			
١١٠٨	تنوير		٥٠ (أ)	S	S			
١١٣١	الأوبما		٥٠ (أ)	S	S			
٦٠٧	السفرة		٥٠ (أ)	S	S			

يلاحظ من مقارنة هاتين الخريطتين أن الخريطة الثانية - خريطة التجميل - تتضمن خريطة العمل كما هو واضح بالمستطيلات المظلة، أما المستطيلات الأخرى فإنها تمثل جدول أعمال أخرى على نفس التسهيلات والتجهيزات المطلوبة، ولعل استخدام رموز الخريطة يساعد في فهمها بطريقة أسرع ويعطى معلومات أشمل وأعمق من مجرد تحديد البداية والنهاية .

وعلى الرغم من أن خريطة جانب سواء بشكلها التقليدي أو وفقا لما أدخل عليها من تحسينات وتعديلات بسيطة وسهلة في التخطيط للإنتاج وفي

الرقابة على جدولة الإنتاج ، إلا أن هناك بعض المآخذ عليها مما يجعل لها حدودا فى الاستخدام يتعين مراعاتها وأهمها :

١- لا تكون ممكنة فى حالات الأوامر العديدة والأنشطة المتداخلة والتي قد

يلزم تخصيص موارد جديدة لها لتقليل وقت أدائها .

٢- لا تتمتع بمرونة كافية خاصة لمقابلة الاختلافات الكبيرة .

٣- لا تستطيع أن تظهر بوضوح علاقات الأسبقية والاعتمادية للأنشطة  
interdependence

٤- بالنسبة للمشروعات المعقدة والمتشعبة سيكون من الصعب توضيح كل التفاصيل .

٥- ضرورة تحديث خريطة جانت وتكرارها بصفة مستمرة لهذا الغرض حتى يمكن المحافظة عليها فى صورة صالحة للاستخدام وجعلها بالتالى حديثة  
keep it current

٦- خريطة جانت لا توضح بصورة مباشرة التكاليف المتعلقة بهدائل التحميل المختلفة حتى يمكن على أساسها اختيار ذلك الشكل من التحميل الذى يعمل بالوصول إلى إجمالى تكلفة التحميل إلى حدده الأدنى .

ولهذه المآخذ والعيوب فقد اتجهت الدراسات والبحوث لتطوير أساليب أخرى لاستخدامها فى مجال الجدولة كما سنرى فى الجزء التالى .

### **التحميل باستخدام طريقة التخصيص :**

Loading with the assignment method

تتمثل أهمية طريقة التخصيص بأن لها مبدى واسع فى معالجة

المشاكل ، ومجال رحب للتطبيق فى مجال اتخاذ القرارات الإدارية ، ولذلك فإن لها دور كبير فى الوصول إلى الحل الأمثل لهدائل التحميل المتاحة .

وتقوم مشكلة التخصيص على مفهوم أساسى يتلخص فى العمل على

تخصيص عدد من العناصر المفردة (أى ليست كميات ولكنها الوحدة الواحدة)

معين على غرض معين وذلك بهدف الوصول إلى أقل تكلفة — أو أقصى ربح — أو أقل زمن من تخصيص الأوامر للتشغيل على الآلات .

وحتى يمكن استخدام طريقة التخصيص فى الجدولة فإنه يتعين أن نقف على الشروط التى يجب توافرها فى مشكلة التحويل حتى يمكن تطبيق تلك الطريقة ، وهذه الشروط تمثل متطلبات طريقة التخصيص وهى :

« أن كل أمر إنتاجى يتعين أن يخصص على مركز تشغيل واحد — أو على آلة واحدة — والعكس بالعكس أى أن كل آلة أو مركز تشغيل لا يحمل بأكثر من أمر واحد، كما لا يجوز تجزئة الأمر على أكثر من آلة أو مركز تشغيل .

« أن يتوافر بيان بأداء كل آلة أو مركز تشغيل لكل أمر يتم تخصيصه عليها مثلاً زمن تشغيل كل أمر على كل آلة ، أو تكلفة تنفيذ كل أمر على كل آلة ، أو أى متغير آخر يصبح كمقياس للأداء والمفاضلة ، أما التخصيصات غير الممكنة أو غير المقبولة فنشير إليها برقم ضخم جداً ونرمز له مثلاً بالرمز (م) مما يشير إلى أن هذا التخصيص غير ممكن .

« عدد الأوامر يتعين أن يكون مساوياً لعدد الآلات أو مراكز التشغيل حتى يخصص كل أمر على كل آلة ، وفى حالة عدم التساوى فإننا نلجأ إلى إنشاء واحد أو أكثر من الأعمدة أو الصفوف الوهمية لإحداث هذا التعادل ، والذي بدوره يصعب تنفيذ هذا التخصيص .

**مثال :**

مطلوب تخصيص ثلاثة أوامر هى (أ ، ب ، ج) للتشغيل على ثلاث آلات هى (س ، ص ، ع) بحيث تخصص مهمة واحدة فقط لكل آلة ، ولا تقوم الآلة إلا بتشغيل مهمة واحدة فقط ، علماً بأن الأزمنة التقديرية لتشغيل كل أمر على كل آلة (بالساعة) كالآتى :

الأوامر / الآلات	(س)	(ص)	(ع)
أ	٢٠	٣٠	١٨
ب	١٨	٣٦	١٠
ج	١٢	٣٨	٦

الحل :

تسير طريقة التخصيص لإيجاد الحل الأمثل في ثلاث خطوات أساسية  
سنقوم بشرحها وتحليلها بالتتابع فيما يلي :

الخطوة الأولى : إعداد جدول تكلفة الفرصة opportunity cost

تقوم طريقة التخصيص على تطبيق مفهوم تكلفة الفرصة، وهذا المفهوم  
يعنى بصورة إجمالية موجزة أن تكلفة أى قرار أو أى موقف يتضمن حتما تكلفة  
تلك الفرص التى تم التضحية بها عندما أخذنا ذلك الموقف أو أصدرنا ذلك  
القرار، ويلعب هذا المفهوم دورا كبيرا عند التعامل مع العمليات الحسابية لحل  
مشكلة التخصيص، ويمكن الوصول إلى جدولة تكلفة الفرصة على مرحلتين  
المرحلة الأولى استخراج تكلفة الفرصة للصفوف، والمرحلة الثانية إيجاد تكلفة  
الفرصة للأعمدة كالتالى :

١- إيجاد تكلفة الفرصة للصفوف عن طريق طرح أقل رقم بكل صف من جميع  
أرقام ذلك الصف وذلك بالنسبة لكل الصفوف الموجودة بالمشكلة وبتطبيق  
هذه المرحلة على جدول المشكلة التى نعالجها تكون النتيجة بعد العمليات  
الحسابية كالتالى :

الأوامر / الآلات	(س)	(ص)	(ع)
أ	٢	١٢	صفر
ب	٨	٢٦	صفر
ج	٦	٢٢	صفر

٢- إيجاد تكلفة الفرصة الأعمدة ويتم ذلك عن طريق طرح أقل رقم لكل عمود  
 (فى الجدول الناتج من المرحلة السابقة وليس الجدول الأصلي) من أرقام  
 ذلك العمود وذلك بالنسبة لكل الأعمدة الموجودة بالجدول ويظهر الجدول  
 الجديد بعد تلك العملية الحسابية على الصورة التالية :

الأوامر / الآلات	(س)	(ص)	(ع)
أ	صفر	صفر	صفر
ب	٦	١٤	صفر
ج	٤	١٠	صفر

وهذا الجدول الذى توصلنا إليه بعد المرحلة الأولى والثانية يمثل تكلفة  
 الفرصة لأوامر الإنتاج (الصفوف)، والآلات (الأعمدة)، أى أنه يمثل تكلفة  
 الفرصة لكامل المشكلة .

وبطبيعة الحال فإننا نريد أن نصل إلى ذلك التخصيص الذى يصل  
 بتكلفة الفرصة إلى (صفر) لأن معنى ذلك أن هذا التخصيص هو الأمثل حيث  
 تصل تكلفة الفرصة إلى أدنى حد لها وهى الصفر .

### الخطوة الثانية : تغطية جميع القيم الصفرية بالمصفوفة :

ونتعامل فى هذه الخطوة مع المصفوفة الناتجة من الخطوة الأولى والتى  
 تمثل مصفوفة تكلفة الفرصة، وتتمثل الخطوة الثانية فى تغطية جميع القيم  
 الصفرية بها بأقل عدد ممكن من الخطوط المستقيمة الأفقية أو الرأسية أو كلاهما  
 معا (ممنوع الخطوط القطرية) ونؤكد مرة أخرى أن التغطية بالخطوط المرسومة  
 يتعين أن يتوافر فيها شرطان هما :

١- أنها خطوط أفقية أو رأسية أو كلاهما .

٢- أن يتم التغطية بأقل عدد ممكن منها .

فإذا اتضح أن أقل عدد ممكن من تلك الخطوط التى أمكن بها تغطية  
 جميع القيم الصفرية عددها يساوى عدد الصفوف أو عدد الأعمدة بالجدول،



نكون بذلك قد وصلنا إلى الحل الأمثل ويبقى فقط تحديده وتعيينه ، أما إذا كان عدد تلك الخطوط أقل الصفوف (أو عدد الأعمدة) فإننا لم نصل بعد إلى الحل الأمثل ، ويتطلب الأمر أن نسير إلى الخطوة الثالثة في الحل .

وتطبيق تلك الخطوة على مصفوفة تكلفة الفرصة ، نجد أننا تمكنا من تغطية جميع القيم الصفرية بخطين فقط (كما هو مبين بالمصفوفة التالية) ، وهذا يعنى أننا لم نصل بعد إلى جدول الحل الأمثل حيث أن عدد الصفوف (أو عدد الأعمدة) ثلاثة :

	(ع)	(ص)	(س)	
أمكن تغطية جميع				
الخلايا الصفرية	صفر	صفر	صفر	أ
بخطين فقط	صفر	١٤	٦	ب
	صفر	١٠	٤	ج

### الخطوة الثالثة : تحسين الحل :

تبين من خلال اختبار المثالية الذى أجريناه فى الخطوة الثانية ، أن مصفوفة تكلفة الفرصة السابقة لا تمثل مصفوفة الحل الأمثل ، لذلك سيتم فى هذه الخطوة العمل على تحسين الحل والذى يتم فى مراحل متتالية كالآتى :

١- تعيين أقل قيمة غير مغطاة فى المصفوفة (بالنظر إلى الجدول السابق يتبين أن أقل قيمة غير مغطاة هى القيمة ٤) .

٢- يتم طرح أقل قيمة غير مغطاة من جميع القيم غير المغطاة (وهى القيم ١٠، ١٤، ٦، ٤) وبعد الطرح تصبح تلك القيم على الترتيب ٢٠، ١٠، صفر، ٦

٣- إضافة أقل قيمة غير مغطاة (وهى القيمة ٤) إلى القيم الواقعة عند تقاطعات الخطوط المرسومة (سنجد أن التقاطع فقط عند الخلية "أع" ، إذن القيمة الصفرية عند التقاطع بعد إضافة القيمة ٤ إليها تصبح ٤ .

٤- باقى القيم المغطاة وغير الواقعة عند تقاطعات لا يجرى عليها أى تعديل بل تكتب فى الجدول التالى كما هى دون تغيير .

وبعد تطبيق العمليات الحسابية السابقة على المصفوفة الناتجة من الخطوة الثانية ستظهر المصفوفة الجديدة على الصورة التالية

الأوامر / الآلات	(س)	(ص)	(ع)
أ	صفر	صفر	٤
ب	٢	١٠	صفر
ج	صفر	٦	صفر

بعد إتمام تلك الخطوة نعود مرة أخرى لتكرار الخطوة الثانية وهي خطوة اختبار المثالية، والتي تتضمن تغطية جميع القيم الصفرية بأقل عدد ممكن من الخطوط الأفقية والرأسية، وفيما يلي إعادة تصوير المصفوفة بعد إجراء التغطية .

	(س)	(ص)	(ع)	
أ	صفر	صفر	٤	أقل عدد من
ب	٢	١٠	صفر	الخطوط التي
ج	صفر	٦	صفر	استخدمت لتغطية
				جميع القيم الصفرية

بالنظر إلى المصفوفة السابقة نجد أنه أمكن تغطية جميع القيم الصفرية بما بعدد ثلاثة خطوط، وهو أقل عدد أمكن التغطية به، وطبقا لقاعدة المثالية، وحيث أن عدد الخطوط المرسوم تساوى عدد الصفوف (أو عدد الأعمدة)، فإننا نكون بذلك قد وصلنا إلى مصفوفة الحل الأمثل، ويتبقى فقط تعيين ذلك الحل الأمثل (التحميل الأمثل)، أن الحل المثل لتحميل وفق هذه الطريقة هو ذلك الحل الذى يكون مجموع تكلفة الفرصة له صفرا من واقع مصفوفة الحل النهائية .

ولاستخراج الحل الأمثل من تلك المصفوفة نبحث عن ذلك الصف الذي توجد به قيمة صفرية واحدة فقط، فمثلا الصف ( أ ) به قيمتين صفريتين، إذن نتركه وننتقل إلى الصف (ب)، فسنجد أن به قيمة صفرية واحدة، وهى الواقعة عند الخلية (ب ع )، إذن يتم تخصيص الأمر (ب) للتشغيل على الآلة (ع)، ثم نعود مرة أخرى للبحث عن صف به صفر واحد فقط، سنجد أن الصف ( أ ) مازالت به قيمتين صفريتين، والصف (ب) تم تخصيصه وانتهى الأمر، والصف (ج) يوجد به ظاهرا قيمتين صفريتين، بينما الحقيقة توجد به قيمة صفرية واحدة، لأن الأمر الإنتاجى (ب) قد تم تخصيصه على الآلة (ع) فكان العمود (ع) قد حذف ومعه الصف (ب)، وباستبعادها من المصفوفة يكون الصف (ج) به قيمة صفرية واحدة، وهى عند الخلية (ج س)، لذا يتم تخصيص الأمر (ج) على الآلة (س)، ثم نعاود الكرة مرة أخرى للبحث عن صف به صفر واحد فقط سنجد أنه لم يعد أمامنا إلا الصف ( أ ) وهو فعلا أصبح به قيمة صفرية واحدة بعد استبعاد العمود (س) والصف (ج) وهى الواقعة عند الخلية ( أ ص) لذلك يتم تخصيصها أى يخصص الأمر الإنتاجى ( أ ) على الآلة (ص).

وتلخيصا للحل الأمثل تظهر المصفوفة التالية وفقا للخطوة الثالثة

الأوامر/الآلات	(س)	(ص)	(ع)	التخصيص الأمثل	تكلفة الفرصة	زمن التنفيذ العملى
أ	صفر	صفر	٤	أ ص	صفر	٣٠ ساعة
ب	٢	١٠	صفر	ب ع	صفر	١٠ ساعة
ج	-	٦	صفر	ج س	صفر	١٧ ساعة
					صفر	٥٢ ساعة

وبذلك يكون قد تم تخصيص الأوامر الثلاثة للتشغيل على الآلات الثلاث بحيث يصل مجموع أزمته التنفيذ إلى حده الأدنى.

والحقيقة أن هناك بعض المشاكل الخاصة بالتحميل تحتاج إلى مزيد من الإجراءات ولكننا نرى أن تفصيلاتها ليس هنا مكانها ويمكن الرجوع فيها إلى

مراجع بحوث العمليات للوقوف على بعض الحالات الخاصة التي تمثل مشاكل معقدة إلى حد ما في عملية التخصيص .

### **التحميل باستخدام طريقة الأرقام القياسية :**

وجدنا أن استخدام طريقة التخصيص assignment method في عملية التحميل كانت مشروطة بخصائص معينة يتعين توافرها في مشكلة التحميل المطلوب إيجاد الحل الأمثل لها، منها شرط أن كل أمر إنتاجي يتعين أن يتم تخصيصه على آلة واحدة، وأن كل آلة لا تحمل بأكثر من أمر واحد، ولذلك سنجد أن هناك مواقف - وهي الحالة الأكثر شيوعا - تتطلب تخصيص أكثر من أمر واحد على آلة واحدة طالما أن طاقتها الإنتاجية متمثلة في ساعات تشغيلها قادرة على تشغيل هذا العدد من الأوامر، وحيث أن طريقة التخصيص غير قادرة على التعامل مع مثل تلك النوعية من المشاكل إذن كان من المتعين البحث عن طريقة أخرى يمكن استخدامها لحل مشكلة التحميل والتي لا تشترط عدد وأوامر معين للتشغيل على الآلة المعينة إلا مراعاة شرط عدم تعدى حدود الطاقة الإنتاجية لتلك الآلة، ولهذا فقد ظهرت طريقة الأرقام القياسية كأسلوب يصلح للتعامل مع مشاكل التحميل من ذلك النوع، وهي طريقة تعاون في جدول أوامر الإنتاج على الآلات بما يؤدي إلى الوصول بزمن أو تكلفة أداء كل الأوامر إلى أدنى حد ممكن والفكرة الرئيسية لهذه الطريقة تقوم على افتراض ضرورة تشغيل أكفأ الآلات أولا، وفي نفس الوقت مراعاة تشغيل كافة الآلات في نفس الوقت، وحتى يمكن تطبيق هذه الطريقة على مشكلة تحميل معينة يتعين توافر الشروط التالية في تلك المشكلة حتى يصبح من الممكن تطبيقها :

- وجود عدد من الأوامر الإنتاجية قد تقرر تنفيذها خلال فترة زمنية معينة.
- أن الآلات الموجودة والتي يمكن أن تقوم بتنفيذ تلك الأوامر الإنتاجية متباينة في الكفاءة، إذ أن كل منها قادر على تنفيذ الأمر الإنتاجي في أزمنة مختلفة وفقا لكفاءة كل منها في التشغيل والذي قد يكون راجعا

لتكورها التكنولوجى أو لتخصصها فى تلك النوعية من الأوامر بالذات أو لأى سبب آخر .

« أن تلك الآلات المتاحة ذات طاقات تشغيلية محددة بعدد معين من ساعات التشغيل اليومية، أى أن هناك حدودا على الطاقات الإنتاجية لها.

« نتيجة لتباين الكفاءة الخاصة بالآلات، فإن هناك تباين بالتعبية فى الوقت أو التكلفة لتنفيذ كل أمر إنتاجى على كل من تلك الآلات .

ونظرا لأهمية طريقة الأرقام القياسية فى الجدولة والتحميل خاصة لتلك النوعية من مشاكل التحميل ذات الخصائص السابقة، يصبح ضروريا إذن أن نتناول بالشرح والتحليل الكيفية التى يتم إعداد الجدولة والتحميل باستخدام تلك الطريقة .

وتختلف كيفية تطبيق طريقة الأرقام القياسية فى التحميل على الآلات باختلاف التباين حالتين : الحالة الأولى وهى حالة ما إذا كانت توجد من بين الآلات المتاحة آلة واحدة تعتبر هى الآلة الأكفأ فى تنفيذ أى من الأوامر المطلوبة وذلك بالمقارنة بباقى الآلات الأخرى، فهى الآلة الأكفأ بينهم جميعا، وهذه تتطلب طريقة معينة فى الحل، والحالة الثانية هى حالة اختلاف كفاءة الآلات لتنفيذ الأوامر ولا تنفرد آلة واحدة بأنها الأفضل دائما لكل الأوامر، لذلك سنتناول فيما يلى تطبيق طريقة الأرقام القياسية فى كلا الحالتين لأهميتها .

الحالة الأولى : استخدام طريقة الأرقام القياسية فى تحميل الآلات فى حالة وجود آلة واحدة أكفأ لتنفيذ جميع الأوامر :

تمثل هذه الحالة وجود عدة أوامر وعدة آلات منها آلة واحدة أفضل من الباقى جميعه فى تشغيل تلك الأوامر سواء من ناحية زمن تشغيلها أو تكلفة تشغيلها، ولكن نظرا لأن تلك الآلة الأكفأ لها طاقة إنتاجية محدودة بحدود ساعات التشغيل، إذن لا يمكن أن نحمل عليها كل أوامر التشغيل، وإنما سيتم تحميلها بعدد من الأوامر تعادل زمن طاقتها الإنتاجية، ويتم نقل باقى أوامر

الإنتاج للتشغيل على باقى الآلات وفقاً لمعيار أفضلية معين وهو الآلة التالية لها من حيث الكفاءة، وهكذا حتى يتم تحميل كافة الأوامر على الآلات وفقاً لكفاءتها وطاقاتها المتاحة، وعموماً فإن استخدام طريقة الأرقام القياسية فى تحميل الآلات فى حالة وجود آلة واحدة أكفاً لتنفيذ جميع الأوامر تسير فى سلسلة من الخطوات المتتابعة يمكن تناولها بالشرح والتحليل على الترتيب كما يلى :

١- تتمثل الخطوة الأولى فى تعيين الآلة الأكفاً وطاقاتها الإنتاجية، ومجموع ساعات التحميل عليها فى حالة ما إذا تم تحميل كل الأوامر عليها، ويتم ذلك من خلال حاصل جمع أوقات تنفيذ كل الأوامر الإنتاجية على تلك الآلة أكفاً .

٢- تحديد وقت تنفيذ كل أمر إنتاجى على كل آلة من الآلات الأخرى وكذلك الطاقة الإنتاجية لتلك الآلات بمدلول ساعات التشغيل لكل منها.

٣- حساب الأرقام القياسية لوقت تنفيذ كل أمر على كل آلة ويتم ذلك باستخدام معادلة الأرقام القياسية التالية :

$$\text{الرقم القياسى} = \frac{\text{عدد ساعات تشغيل الأمر على الآلة}}{100 \times \text{عدد ساعات تشغيل نفس الأمر على أكفاً آلة}}$$

فمثلاً إذا كان أمر إنتاج رقم (١) يمكن تشغيله على أى من أربع آلات أزمنة كل منها كالآتى :

الآلة (أ)	الآلة (ب)	الآلة (ج)	الآلة (د)
أمر الإنتاج (١) ٢٠ ساعة	٢٢ ساعة	٢٧ ساعة	٢٨ ساعة
وحيث أن الآلة (أ) قد حددت قبل ذلك بأنها الآلة الأكفاً، إذن يتم حساب الأرقام القياسية كالآتى :			

الآلة (أ)	الآلة (ب)	الآلة (ج)	الآلة (د)
أمر الإنتاج (١) ٢٠ % ١٠٠	٢٢ % ١١٠	٢٧ % ١٣٥	٢٨ % ١٤٠

. ويتم حساب الأرقام القياسية لكل أمر إنتاجي ولكل الآلات، إلا إذا كانت هناك آلة ما لا يمكن تشغيل الأمر تشغيل الأمر المعين عليها لاعتبارات فنية من حيث ملائمتها في التشغيل عندئذ تعتبر تلك الآلة بالنسبة لذلك الأمر كأن لم يكن أو تضع بها رقم مرتفع جدا ليعطى رقم قياسي مرتفع جدا مما يدل على انخفاض كفاءتها تماما لتشغيل ذلك الأمر فلا يتم تحميله عليها.

٤- يتم إعداد جدول يطلق عليه جدول تجميل الآلات، نجعل أول عمود فيه فى أقصى اليمين مخصصا لما سيجرى من تعديل على تحميل الآلة الأكفا، إذ يبدأ أول رقم فى هذا العمود بمجموع أزمنة تشغيل كل الأوامر على أكفا آلة، ثم نبدأ فى استنزال زمن التشغيل أى أمر يتم تحميله على آلة أخرى بخلاف الآلة الأكفا، وهكذا حتى نصل إلى حدود طاقتها المتاحة تماما أو أقل منها مباشرة .

٥- نبحث عن أقل رقم قياسي فى الجدول كله بخلاف ما يخص الآلة الأكفا، وعند هذا الرقم القياسي الأقل يتم تحميل الآلة فى عمود ذلك الرقم القياسي بالأمر الإنتاجي المقابل بالعمود الثانى وفى ذات الوقت تأخذ زمن تشغيل ذلك الأمر على الآلة الأكفا ونقوم باستنزاله من الزمن الكلى لتشغيل كل الأوامر على أكفا آلة، وتحديد ناتج الطرح، إذا تبين أن ناتج الطرح مازال يزيد عن طاقة أكفا آلة نواصل البحث عن أقل رقم قياسي بعد الرقم السابق بخلاف ما يخص الآلة الأكفا، وعندئذ يتم تحميل الآلة ذات هذا الرقم القياسي الأقل بالأمر الإنتاجي المقابل ويتم مرة أخرى استنزال زمن ذلك الأمر على الآلة الأكفا من ناتج الطرح بالعمود الأول، وهكذا حتى نصل إلى أن ناتج الطرح أصبح مساويا أو أقل من طاقة أكفا آلة .

ويمكن أن تكون تلك الخطوات أكثر وضوحا وفهما إذا ما تناولنا من خلال المثال العملى التالى :

## مثال :

تتخصص إحدى الشركات الصناعية فى إنتاج نوعية معينة من السلع تتكون كل سلعة من عدد من الأجزاء يتم إنتاجها وتجميعها معها لإنتاج السلعة، ويستلزم الأمر أن تمر تلك السلعة على عدد من الأقسام الإنتاجية بالمصنع كل منها يتولى إنتاج جزء معين من السلعة ثم فى النهاية يتم التجميع، ويفرض أن أحد الأقسام الإنتاجية بالشركة يتولى إنتاج أحد أجزاء تلك السلعة وبه عدد ٤ آلات كل منها تشابه الأخرى فى العملية التى تؤديها ولكنها تتفاوت فيما بينها فى زمن أداء العملية وفقا لمستوى تطورها التكنولوجى، وقد وردت للشركة عشرة طلبيات من تلك السلعة أصدر عن كل منها أمر إنتاج، والجدول التالى يبين ساعات التشغيل اللازمة لأداء كل أمر إنتاجى إذا ما تم تشغيله على كل آلة من الآلات الأربع الموجودة بالقسم الإنتاجى .

وقت التشغيل على الآلات				رقم أمر الإنتاج
د	ج	ب	أ	
٢١	٢٢	١٩	١٨	١
٣١	٣٣	٢٩	٢٢	٢
٢٨	٣٠	٢١	١٨	٣
٢٤	٣٥	٣١	٢٠	٤
٣٣	٣٢	٢٦	٢٣	٥
١٩	٢٣	—	١٦	٦
—	٢٧	٢٥	١٩	٧
٣١	٤٤	٣٢	٢٨	٨
٣٥	٤٥	٤٠	٣٢	٩
٢٧	٢٦	٢٩	٢٥	١٠

فإذا علمت أن المصنع يعمل ٥ أيام أسبوعيا بواقع ٧ ساعات فى كل ودرية ويعمل دورتين فى كل يوم .



## والمطلوب :

(١) اقتراح التحميل الأمثل لأوامر الإنتاج على الآلات الأربع المتاحة بالقسم الإنتاجي في حدود ساعات الطاقة المتاحة للأسبوع القادم ، مع مراعاة عدم تجزئة الأمر للتشغيل على أكثر من آلة ، ولا تشترك أكثر من آلة في تنفيذ المر الواحد وأن يكون هدف التحميل هو الوصول بإجمالي زمن التشغيل إلى أدنى حد ممكن .

(٢) إعداد جدول التشغيل اليومي للآلات وفقا لخطة التحميل المثلى التي اقترحتها .

(٣) إعداد مقارنة بين التحميل وفقا لأكفا آلة وبين التحميل المقترح .

## الحل :

يتم السير في خطوات الحل كالتالي :

١- يتم أولا تحديد عما إذا كانت هناك آلة معينة أكفا في تشغيل أوامر الإنتاج جميعها أم أن الحالة الموجودة هي اختلاف كفاءة التشغيل ، ومن خلال مقارنة أزمته تشغيل كل أمر إنتاجي على الآلات الأربع يتضح أن الآلة (أ) هي أكفا الآلات جميعها بالنسبة لكل أوامر الإنتاج ، إذن نحن أمام حالة وجود آلة أكفا لتنفيذ جميع الأوامر وعليه فإن أول خطوة هي تحديد زمن التشغيل الكلي لكافة الأوامر الإنتاجية إذا ما تم تشغيلها وتحميلها جميعا على الآلة الأكفا ( أ ) وهو عبارة عن حاصل جمع أزمته تشغيل كل الأوامر الإنتاجية على الآلة ( أ ) = ٢٢١ ساعة .

٢- بحساب طاقة التشغيل المتاحة للآلات الأربع وذلك للأسبوع القادم وحيث أن معلومات المثال تفيد أن القسم الإنتاجي الذي يضم الأربع آلات يعمل ٧ ساعات يوميا وكل يوم وريديتين ولدة ٥ أيام أسبوعيا إذن الطاقة المتاحة لكل آلة من الآلات الأربع هو :

الزمن المتاح للتشغيل على كل آلة =  $٧ \times ٢ \times ٥ = ٧٠$  ساعة أسبوعيا .

٣- حساب الأرقام القياسية لتشغيل كل أمر على كل آلة من واقع المعادلة :

$$\text{الرقم القياسي} = \frac{\text{عدد ساعات التنفيذ للأمر على الآلة}}{\text{عدد ساعات تشغيل نفس الأمر على أكفا آلة}} \times 100$$

ويتطبيق تلك الخطوة على بيانات المثال نصل إلى جدول الكفاءة النسبية وفقاً للأرقام القياسية كما هو بالجدول التالي :

جدول الكفاءة النسبية للآلات وفقاً للأرقام القياسية

رقم الإنتاج	الآلة (أ)		الآلة (ب)		الآلة (ج)		الآلة (د)	
	الزمن بالساعة	الرقم % القياسي	الزمن بالساعة	الرقم % القياسي	الزمن بالساعة	الرقم % القياسي	الزمن بالساعة	الرقم % القياسي
١	١٨	١٠٠	١٩	١٠٦	٢٢	١٢٢	٢١	١١٧
٢	٢٢	١٠٠	٢٩	١٣٢	٣٣	١٥٠	٣١	١٤١
٣	١٨	١٠٠	٢١	١١٧	٣٠	١٦٧	٢٨	١٥٦
٤	٢٠	١٠٠	٣١	١٥٥	٣٥	١٧٥	٢٤	١٢٠
٥	٢٣	١٠٠	٢٦	١١٣	٣٢	١٣٩	٣٣	١٤٣
٦	١٦	١٠٠	—	—	٢٣	١٤٤	١٩	١١٩
٧	١٩	١٠٠	٢٥	١٣٢	٢٧	١٤٧	—	—
٨	٢٨	١٠٠	٣٢	١١٤	٤٤	١٥٧	٣١	١١١
٩	٣٢	١٠٠	٤٠	١٢٥	٤٥	١٤١	٣٥	١٠٩
١٠	٢٥	١٠٠	٢٩	١١٦	٢٦	١٠٤	٢٧	١٠٨

٤- إعداد جدول التحميل، والذي نبدأ وفقاً له في عملية التحميل تبعاً للخطوات الفرعية التالية :

﴿ يتم أولاً تسجيل البيانات الأساسية لهذا الجدول وهي البيانات التي وردت بالمثال والأرقام القياسية التي تم حسابها في الجدول السابق، إذ يتم نقل بيانات الجدول السابق جميعها كبيانات أساسية لجدول التحميل، ويتم تسجيل ٢٢١ في العمود الأول بالجدول وهذا الرقم كما سبق القول يمثل حاصل جمع أزمدة تشغيل كل الأوامر الإنتاجية على الآلة الأكفا (أ) .

◀ نبحث عن أقل رقم قياسي فى الآلات الأخرى بخلاف أكفا آلة ( أ )  
وبالنظر إلى جدول التحميل نجد أن أقل رقم قياسي هو ١٠٤٪ وهذا الرقم  
يقع فى عمود الآلة (ج) مقابل للأمر الإنتاجى رقم (١٠)، عندئذ تتم أول  
عملية تحميل، إذ يتم تحميل الأمر رقم (١٠) على الآلة (ج)، ويكتب فى  
عمود زمن تحميل الآلة ٢٦ (١٠ج) وهذه الأرقام تعنى ٢٦ ساعة تشغيل  
من تحميل الأمر رقم (١٠) على الآلة (ج)، وحيث أننا قررنا تحميل الأمر  
رقم (١٠) على الآلة (ج)، إذن يتم استنزاله من التحميل على الآلة الأكفا  
( أ ) ويزمن مقداره ٢٥ ساعة، لذلك نطرح ٢٥ من الزمن الموجود بالعمود  
الأول فيصبح المتبقى ٢٢١ - ٢٥ = ١٩٦ ساعة. وعند هذه المرحلة الأوامر  
التسعة الأولى محملة على الآلة ( أ ) الأكفا أما الأمر رقم (١٠) فقد تم نقله  
من أكفا ( أ ) وتحميله للآلة (ج) التالية لها مباشرة فى كفاءة تشغيل ذلك  
الأمر .

◀ حيث أن الآلة ( أ ) الأكفا مازالت محملة بتسعة أوامر ويزمن مقداره ١٩٦.  
ساعة وهذا ينوق الطاقة المتاحة ومقدارها سبعون ساعة فقط، إذن يتعين  
السير فى تحميل أوامر أخرى على الآلات المتاحة، وهنا نبحث عن أقل  
رقم قياسي بعد ذلك على كافة الآلات بخلاف أكفا آلة، وهنا سنجد أن  
أقل رقم قياسي يقع فى عمود الآلة (ب) فى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم  
(١) وهو (١٠٦٪) عندئذ يتم تحميل الأمر الإنتاجى (١) على الآلة (ب)  
ولذلك نكتب فى عمود زمن تحميل الآلة (ب) (١٩) (ب١) بما يعلى ١٩  
ساعة زمن تشغيل الأمر رقم (١) على الآلة (ب)، ونقوم باستنزال .

جدول التجميع باستخدام طريقة الأرقام القياسية

الآلة (د)	الآلة (ج)		الآلة (ب)		الآلة (أ)		رقم الآلة التجميعي	رقم الآلة التجميعي	رقم الآلة التجميعي
الآلة	الرقم القياسي %	الزمن بالساعة	الزمن بالساعة	الرقم القياسي %	الزمن بالساعة	الرقم القياسي %	الزمن بالساعة	الرقم الآلة التجميعي	الرقم الآلة التجميعي
١١٧	١١٧	٢١	١٢٢	١٢٢	٢٢	١٠٦	١٩	١٨	١
١٤١	١٤١	٣١	١٥٠	١٣٢	٣٣	١٣٢	٢٩	٢٢	٢
١٥٦	١٥٦	٢٨	١٦٧	١١٧	٣٠	١١٧	٣١	١٨	٣
١٢٠	١٢٠	٢٤	١٧٥	١٥٥	٣٥	١٥٥	٣١١	٢٠	٤
١٤٣	١٤٣	٣٣	١٣٩	١١٣	٣٢	١١٣	٢٦	٢٣	٥
١١٩	١١٩	١٩	١٤٤	١٤٤	٣٣	١٤٤	-	١٦	٦
-	-	-	١٤٣	١٣١	٣٧	١٣١	٢٥	١٩	٧
(٥٨) ٣١	١١١	٣١	١٥٧	١٥٧	٤٥	١١٤	٣٢	٢٨	٨
(٥٩) ٣٥	١٠٩	٣٥	١٤١	١٤١	٤٤	١٢٥	٤٠	٣٣	٩
١٠٨	١٠٨	٣٧	١٠٤	١٠٤	٣٦	١١٦	٢٩	٢٥	١٠
٦٦	٥٣	٦٦	٥٨	٥٨	٦٦	٥٨	٦٦	٦٦	٦٦

زمن الأمر الإنتاجى الأول من الأزمنة التجميعية للآلة ( أ ) ( ١٩٦ - ١٨ =  
( ١٧٨ )

« حيث أنه مازالت الساعات المحملة على أكفا آلة ( أ ) تزيد عن طاقتها المتاحة، إذن تستمر فى تحميل أوامر أخرى على الآلات الأخرى، ولذلك نبحث عن أقل رق قياسى يلى ما سبق اختيار فنجد أن الرقم القياسى التالى الأقل هو ( ١٠٨٪ ) وهو واقع فى عمود الآلة ( د ) مواجهها للأمر الإنتاجى رقم ( ١٠ )، ولكننا سبق أن قمنا بتحميل الأمر الإنتاجى رقم ( ١٠ ) على الآلة ( ج ) كما هو موضح بالجدول، لذلك نتركه ونبحث عن الرقم القياسى التالى له فسنجد أنه الرقم القياسى ( ١٠٩٪ ) عند الآلة ( د ) فى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم ( ٩ )، لذلك يتم تحميل الأمر الإنتاجى ( ٩ ) على الآلة ( د )، ومن ثم نقوم بتسجيل ذلك فى عمود زمن تحميل الآلة ( د )، بأن نكتب بها ٣٥ ( د٩ ) على الآلة ( د )، ويتم استئزال هذا التحميل من زمن الآلة الأكفا، إذ يتم طرح ٣٢ ساعة هى وزمن تشغيل الأمر رقم ( ٩ ) على الآلة ( أ ) من زمن التخصيص المتناقص لأكفا آلة، وبمد الطرح يكون المتبقى ١٤٦ ساعة ( ١٧٨ - ٣٢ ) .

« مازالت الآلة الأكفا ( أ ) محملة بساعات تشغيل أكثر من طاقتها، لذلك نواصل نقل أوامر إنتاجية منها إلى الآلات الأخرى، ولذلك نبحث مرة أخرى عن أقل رقم قياسى يلى ما سبق التعامل معه (لاحظ أن أقل رقم قياسى انتهينا إليه فى الخطوة السابقة كان ١٠٩٪)، وبالبحت سنجد أن الرقم القياسى ( ١١١٪ ) هو الرقم التالى للرقم السابق ويقع تحت عمود الآلة ( د ) وفى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم ( ٨ ) إذن يتم نقل الأمر الإنتاجى ( ٨ ) من الآلة ( أ )، وتحميله على الآلة ( د )، ويتم تسجيل ذلك فى عمود

زمن تحميل الآلة ( د ) بالطريقة السابق ذكرها ( ٣١ (د٨)) ومن ثم يتم استنزال تحميل الآلة ( أ ) بالأمر (٨) وذلك عن طريق طرح ٢٨ ساعة من الساعات التي مازالت متاحة للآلة ( أ ) وهي ١٤٦ ، وبعد الاستنزال يكون المتبقى ١١٨ ساعة (١٤٦ - ٢٨).

﴿ يتعين أن تكون في تلك الخطوات المتتالية في حذر عند عملية التحميل إذ ربما ونحن في غمرة عملية التحميل لا نذكر حدود طاقة تشغيل كل آلة ، فيتم تحميلها بأكثر من طاقتها ومن ثم يصبح التحميل غير صحيح ، ولذلك بعد كل خطوة علينا أن نتأكد أننا لم نتعد حدود طاقات الآلات المتاحة ، لقد أثرنا أن نذكر ذلك هنا بالذات لأننا نلاحظ في الجدول أن الآلة ( د ) قد تم تحميلها بعدد ٦٦ ساعة حتى الآن وكل طاقتها المتاحة ٧٠ ساعة ، أى أننا يتعين أن نكون على حذر في كل خطوة نخطوها حتى لا يخرج الحل من حدود الإمكانات المتاحة .

﴿ حيث أنه مازالت الآلة الأكفأ ( أ ) محملة بعدد ١١٨ ساعة في حين طاقتها سبعون ساعة فقط لذا يلزم نقل أوامر أخرى إلى الآلات الأخرى ، وفى سبيل ذلك نبحث عن أقل رقم قياسى تالى للرقم السابق (١١١٪) ، وبالبحت بجدول التحميل نجد أن الرقم القياسى التالى هو الرقم (١١٣٪) ويقع أسفل الآلة (ب) وفى مواجهة الأمر (٥) ، لذلك يتم تحميل الآلة (ب) بالأمر الإنتاجى رقم (٥) ، ويتم تسجيل ذلك فى عمود زمن تحميل الآلة (ب) بأن نكتب ٢٦ (٥ب) ، وفى نفس الوقت نستنزىل هذا التحميل من الآلة الأكفأ ( أ ) فى العمود الأول فيصبح الزمن المتبقى هو ٩٥ ساعة (١١٨ - ٢٣) وبالنسبة للآلة (ب) عدد ساعات تحميلها حتى الآن ١٩ + ٢٦ = ٤٥ ساعة أى لم تتجاوز بعد طاقتها المتاحة .

◀ وبالبحث عن الرقم القياسى التالى الأقل والذى يلى الرقم السابق (١١٣٪) سنجد أنه الرقم (١١٥٪) وهو يقع عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم (١٠) على الآلة (ج) لذلك نبحت عن الرقم (١) ولكننا سنجد أيضا أنه قد سبق تخصيص الأمر الإنتاجى رقم (١) على الآلة (ب)، لذلك نبحت مرة أخرى عن الرقم القياسى التالى وسنجد أنه (١١٧٪) ويقع عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم (٣) ولكن قبل تحميله على تلك الآلة يتعين أن نتأكد أنه إذا تم تحميله عليها أننا لن نخرج عن المتاح من طاقتها الإنتاجية، لقد سبق تحميلها بعدد ٤٥ ساعة وإذا تم تحميلها بالأمر الإنتاجى رقم (٣) سيكون مجموع الأزمنة التى حملت بها هى ٤٥+ ٢١=٦٦ ساعة، وحيث أن المتاح من ساعات تشغيلها هو ٧٠ ساع إذن تحميل الأمر رقم (٣) على الآلة (ب) لن ينسب فى تجاوز طاقتها الإنتاجية لذلك يتم تسجيل هذا التسجيل فى عمود زمن تحميل الآلة (ب) (٢١، ٣ب) وفى نفس الوقت يتم استنزال هذا التحميل من الآلة الأكفا (أ)، فيصبح الزمن المتبقى بالعمود الأول (٩٥-١٨=٧٧ ساعة) .

◀ يتم البحث مرة أخرى عن أقل رقم قياسى تالى للرقم السابق (١١٧٪)، فنجد أنه الرقم القياسى (١١٩٪) الوجود بعمود الآلة (د) فى مواجهة الأمر الإنتاجى رقم (٦)، ولكن سيتبين لنا من الجدول أنه إذا تم إجراء هذا التحميل على الآلة (د) فسيكون عدد الساعات المحملة بها ٦٦ + ١٩ = ٨٥ ساعة، وحيث أن المتاح بها فقط هو ٧٠ ساعة إذن لا يصح هذا التحميل لنفس السبب السابق، ثم نبحت مرة أخرى فنجد ما يلى :

● (١٢٢٪) عند الآلة (ج) فى مواجهة الأمر (١) لا يصح التحميل لأنه قد سبق تحميل الأمر (١) على الآلة (أ) .

- الرقم القياسى التالى (١٢٥٪) عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر رقم (٩)، وأيضاً لا يجوز تحميله حيث سبق تحميله على الآلة (د) .
- الرقم القياسى التالى (١٣٢٪) عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر رقم (٧)، وأيضاً لا يجوز تحميله حيث سبق تحميله على الآلة (ج).
- الرقم القياسى التالى (١٣٢٪) عند الآلة (ب) فى مواجهة الأمر رقم (٢) وإذا حدث هذا التحميل فستتعدى حدود طاقة الآلة (ب) حيث أنه حتى الآن قد تم تحميلها بعدد ٦٦ ساعة وإذا أضفنا إليها زمن الأمر الإنتاجى رقم (٢) فيصبح مجموع أزمئة التحميل  $٦٦ + ٢٩ = ٩٥$  ساعة وهذا لا يجوز .
- الرقم القياسى التالى (١٣٩٪) عند الآلة (ج) فى مواجهة الأمر رقم (٥)، وهذا التحميل لا يجوز حيث انه قد سبق تحفيل الأمر رقم (٥) على الآلة (ب)
- الرقم القياسى التالى (١٤١٪) عند الآلة (د) فى مواجهة الأمر الإنتاجى (١)، وهذا سبق تحميله على الآلة (ب) .
- الرقم القياسى التالى (١٤١٪) عند الآلة (ج) فى مواجهة الأمر الإنتاجى (٩)، وهذا سبق تحميله على الآلة (د) .
- الرقم القياسى التالى (١٤٢٪) عند الآلة (ج) فى مواجهة الأمر الإنتاجى (٧)، وهذا الأمر لم يسبق تحميله ، كما أن تحميله على الآلة (ج) لن يجعلها تخرج عن حدود طاقتها المتاحة ، لذلك سيتم تحميل الأمر الإنتاجى رقم (٧) على الآلة (ج) ويسجل ذلك فى زمن تحميل الآلة (ج) (٢٧ ٧٧-ح) وفى نفس الوقت يتم استنزال هذا التحميل من الآلة الأكفأ ( أ ) فيصبح الوقت المتبقى لها هو ٥٨ ساعة (٧٧-١٩) وعندئذ



نتوقف حيث أن ساعات التشغيل للآلة الكفا ( أ ) نقصت عما هو متاح منها لذلك نكون وصلنا إلى التحميل الأمثل كما هو مبين بجدول تحميل الآلات وسنجد أن عدد ساعات تشغيل كل الآلة سيكون كالآتي وفقا لهذه الطريقة :

الآلة ( أ )	٥٨ ساعة تشغيل	( المتاح ٧٠ ساعة )
الآلة ( ب )	٦٦ ساعة تشغيل	( المتاح ٧٠ ساعة )
الآلة ( ج )	٥٣ ساعة تشغيل	( المتاح ٧٠ ساعة )
الآلة ( د )	٦٦ ساعة تشغيل	( المتاح ٧٠ ساعة )

أما بالنسبة لجدول التشغيل اليومي للآلات وفقا لخطة التحميل المثل التي تم التوصل إليها بطريقة الأرقام القياسية فقد تم إعداده على شكل خريطة جنت كما تظهر في الجدول التالي :

كما يبين الجدول الذى يليه المقارنة بيتن التحميل المقترح والتحميل على أكفا آلة ( أ ) ، ويتبين من ذلك الجدول أن الفرق بينهما بالزيادة (لأن التحميل يتم بالنقل من الآلة الكفا إلى التالية لها فى لكفاءة مما يؤدى إلى ظهور الفرق دائما بالزيادة).

## خريطة التحميل الأسبوع القادم

الوحدات	مركز التشغيل س				مركز التشغيل ص		مركز التشغيل ع			زمن الدورة سرعة الخط
	زمن بداية	زمن نهاية	زمن انتظار	زمن البداية	زمن النهاية	وقت عاطل	زمن البداية	زمن النهاية		
الوحدة الأولى	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق س	ق	
الوحدة الثانية	٨ ٠٠	٨ ٠٦	٠٠	٨ ٠٦	٨ ١٥	٠٠	٨ ١٥	٨ ١٨	ق٩	
	٨ ٠٦	٨ ١٢	٣	٨ ١٥	٨ ٢٤	٦	٨ ٢٤	٨ ٢٧	ق٩	
	٨ ١٢	٨ ١٨	٦	٨ ٢٤	٨ ٣٣	٦	٨ ٣٣	٨ ٣٦	ق٩	
الوحدة الثالثة	٨ ١٢	٨ ٢٤	٩	٨ ٣٣	٨ ٤٢	٦	٨ ٤٢	٨ ٤٥	ق٩	
الوحدة الرابعة	٨ ٢٤	٨ ٣٠	١٢	٨ ٢٤	٨ ٥١	٦	٨ ٥١	٨ ٥٤	ق٩	

### المقارنة بين التحميل المقترح والتحميل على أكفا آلة (أ)

أوامر الإنتاج	التحميل المقترح		التحميل على أكفا آلة (أ)		الفرق بالزيادة
	الآلة	زمن التشغيل بالساعة	الآلة	زمن التشغيل بالساعة	
١	ب	١٩	أ	١٨	١
٢	أ	٢٢	أ	٢٢	-
٣	ب	٢١	أ	١٨	٣
٤	أ	٢٠	أ	٢٠	-
٥	ب	٢٦	أ	٢٣	٣
٦	أ	١٦	أ	١٦	-
٧	ج	٢٧	أ	١٩	٨
٨	٥	٣١	أ	٢٨	٣
٩	٥	٣٥	أ	٣٢	٣
١٠	ج	٣٦	أ	٢٥	١١
مجموع ساعات العمل		٢٤٣		٢٢١	٢٢

ونلاحظ من هذه المقارنة أن التحميل المقترح يزيد عن التحميل على أكفا آلة بمقدار ٢٢ ساعة، ولكن يبقى تساؤل هام وهو : هل نمط التحميل على أكفا آلة والذي يبدو أنه أقل زمن من التحميل المقترح، هو تحميل ممكن؟ الإجابة ببساطة لا ، حيث أن كل الأوامر محملة على آلة واحدة وهي الآلة الأكفا وحيث أننا نعلم أن الطاقة القصوى لتشغيل الآلة هو ٧٠ ساعة، إذن هو تحميل غير ممكن، في حين أن التحميل المقترح تحميل ممكن وما هي فائدة تحميل أقل زمناً في حين عدم إمكانية تطبيقه؟

الحالة الثانية : استخدام طريقة الأرقام القياسية في تحميل الآلات في حالة اختلاف كفاءة الآلات في تنفيذ الأوامر الإنتاجية :

عرضنا قبل ذلك للحالة الأولى والتي كانت فيها إحدى الآلات لها كفاءة مطلقة في تنفيذ كافة الأوامر الإنتاجية، والحقبة أن هذه الحالة لا

تحدث إلا إذا كانت هناك آلة فى القسم الإنتاجى المعين ذات تكنولوجيا مرتفعة أو أنها حديثة على القسم الإنتاجى مما يجعل لها ميزة نسبية فى التشغيل، ولكن الحالة الأكثر شيوعاً أن يكون هناك تماثل إلى حد كبير فى المستويات التكنولوجية للآلات المختلفة إلا فى فروق بسيطة تظهر فى صورة أنها مناسبة أكبر لتشغيل أمر إنتاجى معين أكثر من غيره، وعلى ذلك فإن هناك تفاوت فى كفاءة الآلات المتاحة من أمر إنتاجى لآخر، وعلى ذلك فإن القاعدة التى سنسير عليها هى تحميل الآلة الأكفأ فى الأمر الإنتاجى المعين بتشغيل ذلك الأمر، كان ذلك ممكناً، أما إذا كان ذلك غير ممكن نظراً لاستنفاد طاقة تلك الآلة فيتم التحميل على الآلة التالية فى الكفاءة وهكذا، أى أن الهدف هو تحقيق الكفاءة فى التحميل مع مراعاة شرط عدم تجاوز طاقة الآلات المتاحة، ونظراً لهذه الخاصية فإن طريقة الحل بطبيعة الحال ستكون مختلفة عن طريقة الحل فى الحالة الأولى، إذ سيتعين هنا تحديد كفاءة الآلات المتاحة بالنسبة لكل أمر إنتاجى هذا يتم عن طريق تحديد وحساب الأرقام القياسية لأزمنة تشغيل كل أر على كل آلة، ثم اختيار الآلة الأكفأ لتحميلها بذلك الأمر إذا كان ذلك ممكناً أو الانتقال إلى الآلة التالية فى الكفاءة وهكذا .

مثال :

تتخصص إحدى الشركات الصناعية فى إنتاج نوعية معينة من السلع ، تتكون كل سلعة من عدد من الأجزاء يتم إنتاجها وتجميعها مع الإنتاج السلعة، ويستلزم الأمر أن تمر تلك السلعة على عدد من الأقسام الإنتاجية بالمصنع ، كل منها يتولى إنتاج جزء معين من السلعة ثم فى النهاية يتم التجميع، ويفرض أن أحد الأقسام الإنتاجية بالشركة يتولى إنتاج أحد أجزاء تلك السلعة وبعد عدد ٤ آلات كل منها تشابه الأخرى فى العملية التى تؤديها، ولكنها تتفاوت فيها بينها فى زمن أداء العملية وفقاً لمستوى تطورها الإنتاجى، ولقد وردت إلى الشركة عشرة طلبيات من تلك السلعة، أصدر عن كل منها أمر إنتاجى ، والجدول التالى يبين ساعات التشغيل اللازمة لأداء كل أمر

إنتاجى إذا ما تم تشغيله على كل آلة من الآلات الأربع الموجودة بالقسم الإنتاجى .

رقم أمر الإنتاج	وقت التشغيل بالنسبة لكل آلة (ساعة)			
	أ	ب	ج	د
١	٣١	٣٧	٣٣	٢٩
٢	٣٢	٣٠	٣٧	٣٥
٣	٢٨	٣٢	٢٥	٣٦
٤	٣٥	٣٣	٣٢	٣٤
٥	٢٣	٢٤	٢٢	٢٦
٦	٤٢	٤١	٤٣	٤٥
٧	١٧	١٨	١٩	٢٠
٨	٤٢	٤٠	٣٨	٣٩
٩	٣٠	٢٢	٢٥	٢٧
١٠	١٧	١٨	١٦	١٥

فإذا علمت أن المصنع يعمل ٥ أيام أسبوعياً بواقع ٧ ساعات يومياً من

كل وردية ، ويعمل ورديتين فى كل يوم، والمطلوب :

١- اقتراح التحميل الأمثل للأوامر الإنتاج على الآلات الأربع المتاحة بالقسم الإنتاجى وذلك فى حدود ساعات الطاقة المتاحة للأسبوع القادم، مع مراعاة عدم تجزئة الأمر للتشغيل على أكثر من آلة، ولا تشترك أكثر من آلة فى تنفيذ الأمر الواحد، وأن يكون هدف التحميل هو الوصول بإجمالى زمن التشغيل إلى أدنى حد ممكن .

٢- إعداد جدول التشغيل اليومى للآلات وفقاً لخطة التحميل المثل التى اقترحت .

٣- إعداد مقارنة بين التحميل مقارنة بين التحميل وفقاً لكفا آلة والتحميل المقترح .

## الحل :

يسير الحل في الخطوات التالية :

- ١- يتم أولاً تحديد الكفاءة النسبية لكل آلة التشغيل كل أمر إنتاجي مستخدمين في ذلك طريقة الأرقام ، وسبق القول أنه يتم حساب الرقم القياسي وفقاً للمعادلة التالية :

$$\text{الرقم القياسي} = \frac{\text{عدد ساعات التنفيذ للأمر على الآلة}}{100 \times \text{عدد ساعات تشغيل نفس الأمر على أكفا آلة}}$$

وحيث أنه لا توجد آلة واحدة هي الأكفا لتنفيذ كل الأوامر، لذلك سيتم هنا حساب الأرقام القياسية لكل أمر باستخدام كل آلة، ويتم تحديد أكفا آلة للأمر المعين من مجرد النظر إلى أزمنة تشغيل كل أمر على الآلات الأربع، ثم يتم نسبة باقى أزمنة التشغيل إلى زمن أكفا آلة .

وبتطبيق تلك الخطوة على بيانات المثال السابق نصل إلى جدول الكفاءة النسبية وفقاً للأرقام القياسية كما هو موضح بالجدول التالي :

رقم الأمر الإنتاجي	الآلة (أ)		الآلة (ب)		الآلة (ج)		الآلة (د)	
	الزمن بالساعة	الرقم القياسي %	الزمن بالساعة	الرقم القياسي %	الزمن بالساعة	الرقم القياسي %	الزمن بالساعة	الرقم القياسي %
١	٣١	١٠٧	٣٧	١٢٨	٣٣	١١٤	٢٩	١٠٠
٢	٣٢	١٠٧	٣٠	١٠٠	٣٧	١٢٣	٣٥	١١٧
٣	٢٨	١٠٠	٣٢	١١٤	٣٥	١٢٥	٣٦	١٢٩
٤	٣٥	١٠٩	٣٣	١٠٣٠	٣٢	١٠٠	٣٤	١٠٦
٥	٢٣	١٠٥	٢٤	١٠٩	٤٢	١٠٠	٢٦	١١٨
٦	٤٢	١٠٢	٤١	١٠٠	٤٣	١٠٥	٤٥	١١٠
٧	١٧	١٠٠	١٨	١٠٦	١٩	١١٢	٢٠	١١٨
٨	٤٢	١١١	٤٠	١٠٥	٣٨	١٠٠	٣٩	١٠٣
٩	٢٠	١٠٠	٢٢	١١٠	٢٥	١٢٥	٢٧	١٣٥
١٠	١٧	١١٣	١٨	١٢٠	١٦	١٠٧	١٥	١٠٠

وبلاحظ من هذا الجدول أننا قد وضعنا خطأ أسفل الآلة الأكفا لتنفيذ كل أمر إنتاجي، وهذا يوضح أننا أمام حالة تختلف عن الحالة الأولى التي كانت توجد فيها آلة واحدة فقط هي الأكفا في تنفيذ كل أوامر الإنتاج، وقد يظهر أمام القارئ تساؤل وهو يتفحص ذلك الجدول مؤداه ولماذا لا يتم بصورة مباشرة تحميل الأمر الإنتاجي المعين على تلك الآلة الأكفا في تنفيذ ومن ثم نضمن كفاءة تنفيذ كل الأوامر؟ للإجابة على ذلك سنفترض مثلاً أننا أخذنا بهذا الرأي ونرى على الطبيعة ماذا ستكون النتيجة وفقاً لهذا التحميل .

وفقاً لجدول الكفاءة النسبية سيكون التحميل كالتالي :

الأمر الزمن	الآلة ( أ )	الآلة ( ب )	الآلة ( ج )	الآلة ( د )
	٩ ، ٧ ، ٣	٦ ، ٢	٨ ، ٥ ، ٤	١٠ ، ١
	٢١ + ١٨ + ٧٨	٤١ + ٣٠	٧٧ + ٣٢	١٥ + ٢٩
	٦٥ = ساعة	٧١ = ساعة	٣٨	٤٤ = ساعة
			٩٧ = ساعة	

ولعل هذه النتائج كافية للرد على التساؤل السابق، إذ أننا لو أخذنا بمبدأ تحميل الأمر الإنتاجي المعين على تلك الآلة الأكفا في تنفيذه فإننا سنفاجئ بأننا تعدينا طاقة بعض الآلات مثل الآلة ب (٧١ ساعة)، والآلة ج (٩٢ ساعة) وهذا يتعارض مع الهدف الموضوع، حقيقة نحن نريد أن يتم التحميل ليحقق أدنى زمن تشغيل ممكن ولكن في حدود الطاقة المتاحة، أي أن الكفاءة فقط كأساس أو كمعيار غير كافية ولكن لابد وأن تكون في إطار الممكن والمتاح .

٢- حساب إجمالي زمن تنفيذ الأوامر الإنتاجية إذا ما استخدمنا المنطق السابق وهو التحميل على أكفا الآلات لكل أمر وذلك لمقارنته بعد ذلك بإجمالي زمن التنفيذ وفقاً للتحميل المقترح المبني على أساس الأرقام القياسية :

$$٦٥ + ٧١ + ٩٢ + ٤٤ = ٢٧٢ \text{ ساعة}$$

٣- إعداد جدول التحميل ويتم إعداده وفقا للخطوات التفصيلية الآتية :

« يتم أولا تسجيل البيانات الأساسية لهذا الجدول، وهي البيانات التي وردت بالمثال والأرقام القياسية التي تم حسابها في الجدول السابق، أي أن يتم نقل البيانات الجدول السابق كلها كبيانات أساسية لجدولة التحميل، على أن يتم إضافة عمود ثالث لكل آلة يكون عنوانه متجمع صاعد لساعات التشغيل، ليتم تسجيل عملية التحميل التي يتم على الآلة المعنية والأزمنة التي تم بها تشغيل كل آلة كمجتمع صاعد حتى نقف على مدى توازن التحميل لكل آلة مع الطاقة المتاحة لكل آلة .

« نبدأ عملية التحميل في جدول التحميل بأن نبدأ بالأمـر الأول ونحدد أي الآلات أكفا في تنفيذ ذلك الأمر، ونستدل على ذلك مباشرة برقم ١٠٠٪ وهو الرقم القياسي الذي يعنى أن تلك الآلة أكفا جميعا لتنفيذ ذلك الأمر، ويتطابق ذلك على الأمر الأول نجد أن أكفا آلة لتشغيل الأمر الإنتاجى الأول هي الآلة ( د )، لذلك يتم تحميل ذلك الأمر على تلك الآلة، ويتم ذلك بأن نسجل في عمود متجمع صاعد لساعات التشغيل عند الآلة ( د ) الرقم ٢٩ وهي تمثل عدد ساعات تشغيل الأمر ( ١ ) على الآلة ( د ) .

« ننتقل إلى الأمر الثانى ونبحث أيضا عن أي الآلات أكفا لتشغيل هذا الأمر، فسنجد أن الآلة (ب) هي أكفا الآلات جميعها لتنفيذ ذلك الأمر (الرقم القياسى ١٠٠٪) ذلك يتم تحميل الأمر رقم ٠٢ على الآلة (ب) ويتم تسجيل زمن هذا التحميل ومقداره ٣٠ ساعة في عمود المتجمع الصاعد لساعات التشغيل عند الآلة (ب) وفي مواجهة الأمر (٢).

« ننتقل إلى الأمر الإنتاجى الثالث، ونبحث أيضا عن أي الآلات الأربع أكفا فى تشغيل هذا الأمر، سنجد أنها الآلة ( أ ) لذلك يتم تحميل الأمر (٣) على الآلة ( أ ) وبزمن مقداره ٢٨ ساعة يتم تسجيله فى عمود المجتمع الصاعد للآلة ( أ ) .



جدول التجميع باستخدام طريقة الأرقام القياسية

الآلة (د)			الآلة (ج)			الآلة (ب)			الآلة (أ)			مجموع ساعات تشغيل كل آلة	مجموع ساعات تشغيل كل آلة
مجموع ساعات التشغيل	الرقم القياسي %	زمن التشغيل	مجموع ساعات التشغيل	الرقم القياسي %	زمن التشغيل	مجموع ساعات التشغيل	الرقم القياسي %	زمن التشغيل	مجموع ساعات التشغيل	الرقم القياسي %	زمن التشغيل		
٢٩	١٠٠	٢٩		١١٤	٣٣		١٢٨	٣٨		١٠٧	٣١		١
	١١٧	٣٥		١٢٣	٣٧	٣٠	١٠٠	٣٠		١٠٧	٣٢		٢
	١٢٩	٣٦		١٢٥	٣٥		١١٤	٣٧	٢٨	١٠٠	٢٨		٣
	١٠٦	٣٤	٣٧	١٠٠	٣٢		١٠٣	٣٣		١٠٩	٣٥		٤
	١١٨	٣٦	٥٤ = ٢٢ + ٣٢	١٠٠	٢٢		١٠٩	٢٤		١٠٥	٢٣		٥
	١١٠	٤٥		١٠٥	٤٣		١٠٠	٤١	٧٠ = ٤٢ + ٢٨	١٠٢	٤٢		٦
	١١٨	٢٠		١١٢	١٩	٤٨ = ١٨ + ٣٠	١٠٦	١٨	x	١٠٠	١٧		٧
٦٨ = ٣٩ + ٢٩	١٠٣	٣٩		١٠٠	٣٨		١٠٥	٤٠		١١١	٤٢		٨
x	١٣٥	٢٧		١٢٥	٢٥	٧٠ + ٢ + ٤٨	١١٠	٢٢	=	١٠٠	٢٠		٩
	١٠٠	١٥	٧٠ = ١٦ + ٥٤	١٠٧	١٦		١٢٠	١٨		١١٣	١٧		١٠
٦٨			٧٠			٧٠			٧٠				

◀ ننتقل إلى الأمر الإنتاجى رقم (٤)، وسنجد أن الآلة (ج) هى أكفا الآلات لتشغيل هذا الأم لذا يتم تحميله عليها وبزمن مقداره ٣٢ ساعة يتم تسجيله فى عمود المجتمع الصاعد لتلك الآلة، وواضح أنه حتى الآن لم تصادفنا أية متاعب ولكن الأمور تسير عادية جدا يتم التحميل وفقا للكفاءة وطبعا هذا مرجحة أن هناك مسافة كبيرة مازالت موجودة بين ما تم التحميل به على الآلات وبين طاقتها ولذلك نتوقع أن تبدأ الصعوبة النسبية فى الظهور كلما اقتربنا من إضافات تحميلية على تلك الآلات .

◀ ننتقل إلى الأمر الإنتاجى رقم (٥)، وبالبحث عن الآلة الأكفا لتنفيذه سنجد أن الآلة (ج) هى أكفا الآلات لتشغيل ذلك الأمر (الرقم القياسى ١٠٠٪)، ومن ثم يتم تحميله عليها، إلا أنه قبل القار النهائى بهذا التحميل سنجد أنه قد سبق تحميل تلك الآلة بالأمر رقم (٤) ويكون السؤال اللازم قبل قرار التحميل، هل لو تم تحميل ذلك الأمر كذلك على الآلة (ج) لا يتعدى ذلك حدود طاقتها المتاحة، ولهذا فإننا وضعنا مجتمع صاعد لهذا الغرض، والتحميل السابق للآلة سيستنفذ من طاقتها ٣٢ ساعة فإذا أضفنا إليها ٢٢ ساعة وهو قيمة تنفيذ الأمر رقم (٥) عليها فسيكون المجموع ٥٤ ساعة، وحيث أن هذا المجتمع الصاعد يقل عن طاقة الآلة (٧٠ ساعة تشغيل)، إذن يتم تحميل الأمر الإنتاجى رقم (٥) على الآلة (ج) ويتم ذلك بتسجيل العملية الحسابية التالية (٣٢ + ٢٢ = ٥٤) أمام الأمر الإنتاجى رقم (٥) وأسفل الآلة (ج).

◀ نواصل عملية التحميل بالانتقال إلى الأمر الإنتاجى رقم (٦)، وبالبحث عن أكفا الآلات لتشغيله (الرقم القياسى ١٠٠٪) فنجد أنها الآلة (ب)، ولكن يتعين أيضا قبل قرار التحميل أن نتأكد عما إذا كان هناك التحميل على تلك الآلة بالإضافة إلى التحميل السابق لها (٣٠ ساعة) سيكون فى حدود الطاقة المتاحة لها أم يتعداه، والحقيقة أن تخصيص الأمر الإنتاجى رقم (٦) للتحميل على الآلة (ب) يحتاج إلى زمن تشغيل مقداره ٤١ ساعة، وإذا

أضيف هذا الزمن إلى ما سبق تحميل تلك الآلة به (٣٠ ساعة) سيكون المجموع ٧١ ساعة وهذا يزيد عن حدود طاقتها المقررة وهي ٧٠ ساعة لذلك نرفض هذا التحميل ونضع الإشارة (×) عند أكفا آلة لتعني أنه من غير الممكن إجراء هذا التحميل لأنه سيجعل ساعات تشغيل الآلة تتعدى حدود إمكانياتها المتاحة للتشغيل، ولكن ما هو التصرف إزاء هذا الوضع؟ المنطق في هذه الحالة يقرر أن تنتقل إلى الآلة التالية في الكفاءة مباشرة وهي الآلة (أ) حيث أن الرقم القياسي لها (١٠٢×) وهي بذلك في الترتيب الثاني مباشرة بعد أكفا آلة وهنا نبحت إمكانية تحميل الآلة (أ) بالأمر الإنتاجي رقم (٦) خاصة وأنه قد سبق تحميلها بالأمر الإنتاجي رقم (٣٩) وبزمن تشغيل مقداره ٢٨ ساعة، فإذا أضفنا زمن تشغيل الأمر رقم (٦) والبالغ قدره ٤٢ ساعة إلى ٢٨ ساعة سيكون الناتج  $42 + 28 = 70$  ساعة وهي تمثل طاقة الآلة (أ) تماما، إذن ليس هناك ما يمنع من تخصيص الأمر الإنتاجي (٦) للتشغيل على الآلة (أ)، ونسجل هذا التحميل في عمود المتجمع المساعد وبزمن مقداره ٧٠ ساعة.

ثم يتم الانتقال إلى الأمر الإنتاجي رقم (٧) وهكذا متبعين نفس الخطوات والتصرفات التي ذكرت سابقا لنحصل في النهاية على جدول التحميل الكامل، ومنه سيتبين أنه قد تم تحميل كافة الأوامر على الآلات المتاحة دون تجاوز في طاقة أى من تلك الآلات، فقد تم استغلال الطاقة المتاحة للآلات (أ)، (ب)، (ج)، استغلالا كاملا (٧٠ ساعة)، أما الآلة الرابعة فقد تم تشغيلها وتحميلها بعدد ٦٨ ساعة والمتاح منها ٧٠ ساعة أى أنه مازال يوجد عدد ٢ ساعة تشغيل متاحة على الآلة (د) يمكن استغلالهم في أى عمليات أخرى وفقا لما ترى الإدارة.

من ناحية أخرى ستظهر خريطة التحميل للأسبوع القادم على الشكل التالي:

خريطة التحميل للأسبوع القادم

الأيام الآلات	السبت		الأحد		الاثنين		الثلاثاء		الأربعاء		زمن التشغيل الأسبوعي
	الوردية الأولى	الوردية الثانية	الوردية الأولى	الوردية الثانية	الوردية الأولى	الوردية الثانية	الوردية الأولى	الوردية الثانية	الوردية الأولى	الوردية الثانية	
الآلة (أ)	الحمل	الحمل					الحمل	الحمل			٧٠
الآلة (ب)	الحمل	الحمل					الحمل	الحمل			٧٠
الآلة (ج)	الحمل	الحمل					الحمل	الحمل			٧٠
الآلة (د)	الحمل	الحمل					الحمل	الحمل			٦٨

كما يوضح الجدول التالي مقارنة بين التحميل المقترح باستخدام طريقة الأرقام القياسية وبين التحميل وفقا لكفا آلة .

المقارنة بين التحميل المقترح والتحميل على أكفا آلة

أوامر الإنتاج	التحميل المقترح		التحميل على أكفا (أ)		الفرق بالزيادة
	الآلة المخصصة	زمن التشغيل بالساعة	الآلة المخصصة	زمن التشغيل بالساعة	
١	د	٢٩	د	٢٠	-
٢	ب	٣٠	ب	٣٠	-
٣	أ	٢٨	أ	٢٨	-
٤	ج	٣٢	ج	٣٢	-
٥	ج	٢٢	ج	٢٢	-
٦	أ	٤٢	ب	٤١	١
٧	ب	١٨	أ	١٧	١
٨	د	٣٩	ج	٣٧	١
٩	ب	٢٢	أ	٢٠	٢
١٠	ج	١٦	د	١٥	١
مجموعات ساعات		٢٧٨		٢٧٨	٦

لقد سبق أن ذكرنا أن التحميل على أكفا آلة وأن كانت نتيجته هي تخفيض مجموع ساعات التشغيل للأوامر إلا أنه غير عملي لأنه لا ينظر إلى مدى إمكانية هذا التحميل من عدمه، مثل التحميل على أكفا آلة في هذا الجدول والذي يعتبر تحميل لا يراعى طاقات الآلات المتاحة ويخرج من حدود الطاقة القصوى المتاحة لها .

### التتابع في حالة الوحدة الإنتاجية Job-shop sequencing

بعد الانتهاء من تخصيص الأوامر وتحميلها على الآلات أو على مراكز التشغيل المختلفة، فإن الخطوة المنطقية التالية هي تحديد نتابع التشغيل على تلك الأوامر غير مختلف الآلات أو مراكز التشغيل التي ستجرى بعض العمليات على تلك الأوامر، وأن يكون هذا التتابع مستهدفا تحقيق بعض معايير الأداء

الموضوعة مثل الاستخدام الأمثل للموارد، أو الوفاء بمواعيد التسليم، أو أى معايير أخرى يتم وفقا لها تقييم التابع الموضوع.

### العوامل التى تؤثر على الأسلوب تحديد التابع المستخدم :

قبل أن نبدأ فى استعراض الأساليب الممكن استخدامها فى عملية التابع يتعين أولا أن نستعرض العوامل المؤثرة فى اختيار ذلك الأسلوب المستخدم، وهى مجموعة عوامل تشكل فى مجموعها ما يمكن أن نطلق عليه سمات وخصائص الوحدة الإنتاجية المتصلة بعملية التابع Job-shop sequencing وتلك السمات والخصائص هى ما تميز حالة عن الأخرى مما يجعل هناك تباينا فى استخدام أسلوب تحديد التابع الملائم لكل حالة وهذه العوامل هى :

- ١- عدد الأوامر الإنتاجية المطلوب تشغيلها .
- ٢- عدد ونوع الآلات الموجود، مع ملاحظة أن كلمة آلة قد تعنى أيضا محطة عمل work station، أو مرحلة إنتاج production stage، وبطبيعة الحال فإن الأسلوب الرياضى الذى يستخدم لإعداد عملية التابع يختلف حسب عدد الآلات ونوع العمليات المطلوبة لكل أمر .
- ٣- نمط وصول الأمر الإنتاجى the job arrival pattern ويقصد بذلك الكيفية التى ترد عليها أوامر الإنتاج، وهذا النمط يأخذ أحد شكلين، فإما أن تزد الأوامر الإنتاجية جميعها فى لحظة واحدة static pattern ، أى تكون كل الأوامر المطلوب إعداد تتابعها متوافرة فى بداية الوردية beginning of a shift ، ولا يسمح لأوامر غيرها أن تدخل فى الجدولة، والنمط الثانى لورود الأوامر هو النمط الديناميكى والذى يصل فيه الأمر فى أى وقت dynamic arrival pattern ، وفى هذا النمط فإنه بالإضافة إلى الأوامر المنتظرة فعلا للتشغيل فربما تصل أوامر أخرى بشكل عشوائى أو منتظم، واستنادا إلى أولوية تخصيصها فالذى يصل أخيرا يتعين إدماجه فى الجدولة الحالية،

ومثل ذلك حالات الطوارئ فى المستشفيات، ومن البديهي أن شكل ونمط وصول الأمر الإنتاجى يؤثر على اختيار ذلك الأسلوب الذى يتم استخدامه لإعداد التتابع، إذ ليس من المنطقى أن يكون ذات الأسلوب الذى يتم استخدامه فى حالة تجمع أوامر الإنتاج قبل بداية الإنتاج والتشغيل هو نفسه الذى يستخدم فى حالة وصول الأوامر فى أى وقت قبل وأثناء وبعد الجدولة .

٤- نمط التدفق فى الوحدة الإنتاجية job-flow pattern ونعنى بذلك الشكل الذى يأخذه التدفق فى الوحدة الإنتاجية، إذ أنه فى معظم الحالات نجد أن الوحدة الإنتاجية تشتمل على عدد من مراكز التشغيل أو مراكز العمل work center، وأن إتمام الأمر الإنتاجى يتطلب المرور على بعض أو لك هذه المراحل، وعلى ذلك فإنه يمكن فى هذا الخصوص التمييز بين حالتين: الحالة الأولى هى أن كافة الأوامر الإنتاجية تتطلب التشغيل على كافة تلك المراكز بنفس التتابع أى بنمط تدفق ثابت flow shop pattern والحالة الثانية هو أن يكون لكل أمر إنتاجى عمليات تشغيلية معينة ذات تدفق معين حسب مواصفات الأمر أو الطلبية، وهذه الحالة هو ما يطلق عليها نمط الوحدة الإنتاجية job shop pattern، ولكن يتعين أن نقرر هنا أن الوحدة الإنتاجية ليست دائماً تفدرج تحت أى من النمطين السابقين أو ربما - وهذا هو الأغلب الأعم - تسمح بخلط منهما hybrid Job-shop - قاعدة اختيار الأمر لمركز عمل معين، وفى بعض الأحيان يطلق عليها قواعد الأولوية وهى التى تعد أساساً لتحديد تتابع الأوامر، وتتضمن تلك القواعد:

أ - الوارد أولاً يخدم أولاً (FCFS) first come , first served

ب- الأمر العشوائى (RO) Random order

ج- أقصر زمن للعملية (SOT) shortest operation time، وهذه القاعدة تعمل على تتابع الأوامر المخصصة لمحطات العمل بشكل يعمل على زيادة زمن التشغيل .

د - الوقت الأكبر المتبقى المتبقى حتى التاريخ المحدد slack time left until Due date (STD)، وهذا يعادل ويساوى عدد الأيام من اليسار (النهاية)

حتى التاريخ المحدد ناقصا عدد أيام زمن التشغيل المتبقية .

هـ- الوقت الراكد لكل عملية متبقية slack time per operation remaining \_ (STO) وهذا يعادل الفرق بين الوقت المتبقى حتى تاريخ التسليم وبين

تشغيل الآلة المتبقى مقسوما على عدد العمليات المتبقية .

٦- معيار تقييم الجدولة schedule evaluation criterion وهي المعايير التي تستخدم للمفاضلة بين بدائل اللتتابع المتاحة لاختبار أفضلها والذي يحقق المعيار المعين الذي يحقق الأهداف الموضوعة من قبل المنظمة .

بعض معايير الجدولة تركز على تحقيق معدل استخدام مرتفع للموارد الحرجة للوحدة الإنتاجية، ففي بعض الوحدات الإنتاجية نجد أن الموارد البشرية تمثل أهم الطاقات التي تتسبب في ظهور عنق الزجاجة bottlenecks وهذا يحدث مثلا في المستشفيات بالنسبة للأطباء، والأساتذة في الجامعات خاصة في حالة الإشراف على الرسائل العملية، وعمل ميكانيكا السيارات في ورش إصلاح السيارات، أما في المنظمات التي تستخدم النظم الآلية في عملياتها، فإن تلك الآلات خاصة مرتفعة التكلفة منها تمثل الموارد الحرج في تلك المنظمات، فمثلا أجهزة تحليل الدم في معامل التحاليل الطبية، وحدات الحاسب الآلي في مكاتب الاستشارات الهندسية والإدارية وهكذا .

وفي عديد من الحالات الأخرى قد يكون من الأمور ذات الأهمية القصوى هو التركيز على سرعة تسليم الطلبات، وفي تلك الحالات فإن المنظمات تسعى جاهدة إلى اتباع طريقة جدولة تمكنها من تخفيض نسبة تأخير الانتهاء من الطلبات .



ونقدم فيما يلي معايير التقييم الأكثر استخداما فى مجال الجدولة :

أ - معايير تستهدف تحسين خدمة المستهلك وتشتمل على :

◀ متوسط زمن التشغيل (APT) Average processing time مع ملاحظة

أن زمن التشغيل = زمن العملية + زمن الانتظار عند محطة العمل .

◀ متوسط زمن الانتظار للأوامر (AWT) Average waiting time

◀ نسبة تأخير الأوامر percentage of late Jobs

ب) معايير تستهدف الموارد : وتشتمل على المعايير التالية :

◀ معدل استخدام العمال (LU) labor utilization

◀ معدل استخدام الآلة (NU) machine ionization

◀ تكلفة المخزون تحت التشغيل (IP) In process inventory cost

ويسعين فى هذا المجال أن نقرر أنه لا يمكن القطع بأن هناك معيارا للتقييم أفضل من الآخر، إذ لا توجد قاعدة اختيار مثلى أو أفضل لجميع الحالات فى التطبيق العملى، وفى حالات تقديم مستويات خدمة تقديم مستويات خدمة عالية للمستهلك وجد بالتجربة أن قاعدة أقصر زمن للعملية يكون لها أقل متوسط لزمن التشغيل لجميع قواعد الاختيار التى تم تجربتها واختبارها، وعلى أى حال فحيث أنه فى الواقع العملى نجد أن أهمية الأمر الإنتاجى عادة ترتبط إيجابيا مع زمن تشغيله، لذلك نجد أن هناك اتجاه لجعل تتابع الأوامر بشكل يودى إلى تخفيض أزمدة التشغيل . وحيث أنه لا يوجد تفضيل معيار للاختيار من بين كل معايير الجدولة، فإن معظم الوحدات الإنتاجية تحاول أن تعمل جيدا فى إطار بعض الحدود ولكن بهدف محدد .

ونستعرض فيما يلى أهم الأساليب المستخدمة فى تحديد التتابع وفقا للحالة المعنية التى يتم فى إظهارها إعداد عملية التتابع وهذه الحالات هى :

الحالة الأولى : حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم آلة واحدة مع وصول الأوامر فى لحظة واحدة .

الحالة الثانية : حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم آلتين مع وصول الأوامر فى لحظة واحدة.

الحالة الثالثة : حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم ثلاث آلات ، مع وصول الأوامر فى لحظة واحدة .

الحالة الرابعة : حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم عدة آلات مع التدفق الثابت وصول الأوامر لحظة واحدة .

نتناول فيما يلى شرح توضيحى وتفصيلى لكل من الحالات السابقة على الترتيب :

الحالة الأولى : حالة عدة أوار وآلة واحدة (أو وحدة إنتاجية) فى إطار نظام تدفق ثابت وأوامر مجمع قبل بداية التشغيل :

فى هذه الحالة تكون هناك عدة أوامر فى إطار نمط الوصول فى لحظة واحدة، بمعنى أن كل الأوامر قد تجمعت قبل بداية تشغيل المركز الإنتاجى أو الآلة الواحدة الموجودة، وأن نظام التشغيل الذى يسود الوحدة الإنتاجية هو نظام التدفق الثابت flow shop

وفىما يلى نضع الرموز التى سوف نستخدمها لوضع العلاقة الرياضية التى ستستخدمها فى تحديد عملية التتابع :

◀ عدد الآلات أو مراكز التشغيل (م) = ١ آلة واحدة (م) = ١٩ .

◀ عدد الأوامر المطلوب تشغيلها (ن) = عدة أوامر ( ن < ١) .

◀  $Z_o$  = زمن العملية للأمر، حيث أن  $1, 2, 3 \dots n$

◀  $s_r$  = زمن انتظار الأمر .

◀  $t_r$  = زمن التشغيل للأمر (ت =  $s_r + Z_o$ )

◀  $T$  = متوسط زمن التشغيل .

فى مثل تلك الحالة يكون المطلوب هو تحديد التتابع بحيث يتم تشغيل عدد الأوامر الموجود (ن) عبر آلة واحدة لتخفيض متوسط زمن التشغيل (ت) .

مثال :

فى أحد معامل التحاليل الطبية وصلت إليه فى صباح أحد الأيام ٥ عينات دم من مستشفى معين لبعض المرضى، ومطلوب تحليل تلك العينات بنوعيات مختلفة من التحليل بغرض تشخيص الحالة الطبية للمرضى، علما بأن كل تلك العينات يتم تحليلها باستخدام نوعية واحدة من الأجهزة ويوجد بالمعمل جهاز واحد من تلك النوعية وفيما يلى الأزمنة التقديرية لتحليل كل عينة على ذلك الجهاز :

العينة المعملية	أ	ب	ج	د	هـ
زمن العملية ( رو ) بالدقيقة	٧٢	١٨	٤٨	٣٠	١٢

والمطلوب تحديد التتابع المناسب لتنفيذ تحليل تلك العينات على ذلك الجهاز أخذاً فى الاعتبار تخفيض متوسط زمن التشغيل لكل الأوامر التى سيتم تنفيذها على ذلك الجهاز .

**الحل :**

مما لاشك فيه أن متوسط زمن التشغيل يعتمد على التتابع المعين الذى يتم به تنفيذ تحليل تلك العينات (الأوامر)، إذ يمكن ملاحظة أن زمن التشغيل يختلف اختلاف أسلوب التتابع المستخدم، وفيما يلى نوضح للقارئ هذه الحقيقة من خلال ثلاثة أساليب لإعداد هذا التتابع :

متوسط زمن التشغيل فى حالة الترتيب وفقا للوارد أولاد يتغذ أولا :  
لهذا الغرض سيتم إعداد الجدول التالى ويراعى أن أساس التتابع المستخدم هو أولوية ورود العينات إلى المعمل إذ سيتم إعطاء كل منها رقما سلسلا يعبر عن

أولوية الورد إلى المعمل، ومن ثم يتم التنفيذ وفقا لهذا التسلسل، وفي هذه الحالة يتم حساب متوسط زمن التشغيل كالتى :

حساب زمن التشغيل وفقا لقاعدة الوارد أولا يخدم أولا :

العينة العملية الأمر (ن)	زمن العملية (ز)	زمن الانتظار (س و)	زمن التشغيل (ت و)
أ	٧٢	صفر	٧٢
ب	١٨	٧٢	٩٠
ج	٤٨	٩٠	١٣٨
د	٣٠	١٣٨	١٦٨
هـ	١٢	١٦٨	١٨٠
مجموع زمن التشغيل (دقيقة)			٦٤٨

$$\therefore \text{متوسط زمن التشغيل (ت)} = \frac{\text{ت} + \text{ب} + \text{ج} + \text{د} + \text{هـ}}{\text{ن}} = \frac{٦٤٨}{٥} = ١٢٩,٦ \text{ دقيقة}$$

وفيما يلى نوضح كيف أمكن إعداد هذا الجدول للوصول إلى متوسط زمن التشغيل .

العمود الأول بالجدول سجلت به الأوامر (العينات) وفقا لترتيب وصولها إلى معمل التحاليل الطبية حيث أن أساس التتابع فى هذا الجدول هو أولوية ورود العينات إلى المعمل (الوارد أولا يخدم أولا FCFS)

العمود الثانى يوضح زمن العملية على كل عينة من العينات الخمس، فالعينة الأولى تحتاج لتحليلها على الجهاز إلى ٧٢ دقيقة، والعينة الثانية ١٨ دقيقة وهكذا، ويجدر أن نلفت النظر إلى أن هذه الأزمنة توضح زمن العملية لكل أمر وليست زمن تشغيل كل عينة، فكما سبق القول فإن زمن التشغيل = زمن العملية + زمن الانتظار .

< يتبين من الشرح السابق أن العمود الأول والعمود الثاني كلها معطيات من  
 المثال ذاته ولم نقم بإجراء أى عمليات حسابية عليها ولكنها تسجيل مباشر  
 من بيانات المثال، أما بداية العمليات الحسابية فتبدأ من العمود الثالث،  
 وهو العمود الذى يمثل زمن انتظار كل أمر حتى يمكن تنفيذ العملية عليه،  
 وهذا الزمن يمثل زمن الانتظار للأمر المعين لحين الانتهاء من إجراء العملية  
 المعينة على الأمر الذى يسبقه، وحيث أن العينة العملية ( أ ) هى أول  
 عينة ولا يوجد قبلها عينات تحت التشغيل لذلك فإنه بمجرد تشغيل  
 جهاز تحليل الدم تدخل العينة ( أ ) إلى الجهاز فوراً دون انتظار ولهذا  
 سنجد أن زمن انتظار العينة ( أ ) = صفر، أما بالنسبة (ب) وحيث أننا  
 سبق أن ذكرنا أن جميع الأوامر وصلت قبل بداية ودية التشغيل، فإن  
 ذلك يعنى أن العينة (ب) ستظل منتظرة دخولها إلى جهاز التحليل طالما  
 أن العينة ( أ ) يتم تنفيذها فعلاً على الجهاز أى أن زمن انتظار العينة  
 (ب) هو زمن العملية على العينة ( أ ) ومقداره ٧٢ دقيقة، إذ لن تدخل  
 العينة (ب) إلى الجهاز إلا بعد أن تخرج منه العينة ( أ ) وهذا يستغرق ٧٢  
 دقيقة، وكذلك الحالة بالنسبة للعينة (ج) والتي ستظل منتظرة إلى حين  
 لانتهاء من ( أ )، (ب)، أى أن زمن انتظارها هو زمن العملية ( أ ) + زمن  
 العملية (ب)  $= 72 + 18 = 90$  دقيقة وينفس الطريقة فإن زمن انتظار  
 العينة العملية ( د ) = زمن العملية ( أ ) + زمن العملية (ب) + زمن  
 العملية (ج)  $= 72 + 18 + 48 = 138$  دقيقة .. وهكذا لباقي العينات  
 العملية .

< العمود الرابع بالجدول والذى يمثل زمن التشغيل ما هو إلا حاصل جمع  
 قيم العمود الأول + قيم العمود الثانى، إذ أن زمن التشغيل للأمر هو زمن  
 العملية + زمن الانتظار، فبالنسبة للعينة العملية ( أ ) نجد أن زمن العملية  
 لها هو ٧٢ دقيقة وزمن انتظارها صفر، إذن زمن التشغيل للعينة ( أ ) = ٧٢  
 + صفر = ٧٢ دقيقة وبالنسبة للعينة العملية (ب) = زمن العملية ب +

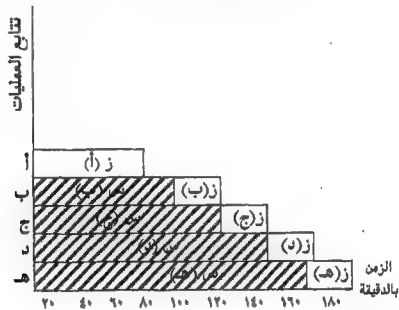
زمن انتظار ب = ١٨ + ٧٢ = ٩٠ دقيقة ... وهكذا بالنسبة لباقي العينات العملية .

$$\text{وحيث أن متوسط زمن التشغيل} = \frac{\text{مجموع زمن التشغيل لكل الأوامر}}{\text{عدد الأوامر}} = \frac{٦٤٨}{٥} = ١٢٩,٦ \text{ دقيقة .}$$

وزيادة في الإيضاح يمكن تصوير نتيجة التتابع الوارد بالجدول السابق على شكل خريطة جانث وستظهر على النحو التالي، علما بأننا سنستخدم فيها الرموز التالية :

ز ( أ ) زمن العملية وهكذا لباقي العينات .

س ( أ ) زمن الانتظار للعيثة ( أ ) ، وهكذا لباقي العينات .



ويتضح من هذا الشكل أن زمن الانتظار الكلى لكافة العينات العملية

هو الجزء المثلل بالشكل والذي يساوى = س (ب) + س (ج) + س (د) + س (هـ)، أما المستطيلات غير المظلة أمام كل عينة فهي تمثل زمن العملية لكل عينة .

متوسط زمن التشغيل في حالة الترتيب وفقا للأمر الذى يحتاج وقت

قصير أولا (SPT): وفقا لهذا الأساس فى الترتيب وهو الأوامر التى يلزمها

وقت قصير أولا shortest process time (SPT) أو shortest operation time (SOT) فإن ترتيب تتابع العينات العملية سيكون هـ (١٢ دقيقة)، ب (١٨ دقيقة)، ج (٣٠ دقيقة)، د (٤٨ دقيقة)، أ (٧٢ دقيقة) ووفقا للتابع حسب هذا الأساس فإنه يمكن حسب متوسط زمن التشغيل بعد إعداد الجدول التالي :

والذى يتم منه استخراج زمن التشغيل لكل عينة عملية (أمر) ومن ثم مجموع أزمنة التشغيل لكافة العينات.

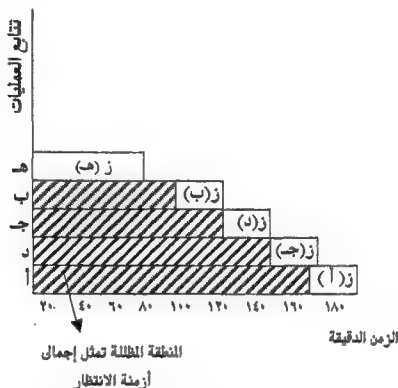
حساب زمن التشغيل وفقا لقاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا

العينة العملية الأمر (ن)	زمن العملية (ز)	زمن الانتظار (س و)	زمن التشغيل (ت و)
هـ	١٢	صفر	١٢
ب	١٨	١٢	٣٠
د	٣٠	٣٠	٦٠
ج	٤٨	٦٠	١٠٨
أ	٧٢	١٠٨	١٨٠
مجموع زمن التشغيل (دقيقة)			٣٩٠

$$\therefore \text{متوسط زمن التشغيل (ت)} = \frac{390}{6} = ٧٨ \text{ دقيقة} .$$

ويلاحظ أنه قد تم إعداد هذا الجدول بذات الطريقة التى تم بها إعداد الجدول السابق ويتبين من هذا الجدول أن متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا هو ٧٨ دقيقة، وبمقارنة ذلك المتوسط بالمتوسط المحقق من الجدول وفقا لقاعدة الوارد أولا يخدم أولا وهو ١٢٩,٦ دقيقة، نجد أن تحقيق هدف الإنجاز فى أقصر وقت يتوافق فى هذه الحالة مع

قاعدة الأوامر التي يلزمها وقت قصير أولا، ويمكن أن يتضح ذلك بصورة أعجب من خلال خريطة جانث التالية التي تجسد الجدول الثاني :



ويتضح من هذا الشكل وبمقارنته بالشكل السابق أنه يظهر اختصار كبير لإجمالي أزمنة الانتظار الأمر الذي جعل متوسط زمن التشغيل في الحالة الثانية أقل كثيرا منه الحالة الأولى مما يظهر ويثبت أن تتابع العمليات على شكل معين وينمط معين يسهم في تحقيق الهدف الموضوع ولقد كان الهدف الموضوع لعمل التحاليل الطبية هو تخفيض متوسط زمن التشغيل للعينات المعملية المطلوبة تنفيذها .

متوسط زمن التشغيل في حالة التتابع وفقا لقاعدة الواردة أخيرا يخرج أولا (LIFO) وفقا لهذا الأساس في الترتيب وهو قاعدة الوارد أخيرا يخرج أولا (LIFO) last in first out، فإن ترتيب تتابع العمليات المعملية سيكون هـ



(١٢ق)، د (٣٠ق)، ج (٤٨ق)، ب (١٨ق) ، أ (٧٢ق) وفقا لهذا التتابع فإن الجدول التالى يمهّد لحساب متوسط زمن التشغيل له كالاتى :

حساب زمن التشغيل وفقا لقاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا

العينة العملية	زمن العملية	زمن الانتظار	زمن التشغيل
هـ	١٢	صفر	١٢
ب	١٨	١٢	٤٢
د	٣٠	٣٠	٩٠
جـ	٤٨	٦٠	١٠٨
أ	٧٢	١٠٨	١٨٠
مجموع زمن التشغيل (دقيقة)			٤٣٢

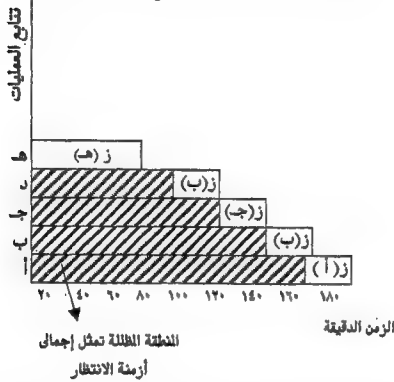
$$\therefore \text{متوسط زمن التشغيل (ت)} = \frac{432}{5} = 86,4 \text{ دقيقة} .$$

ويتضح من هذه النتيجة أن متوسط ومن التشغيل وفقا لقاعدة الوارد أخيرا يخرج أولا يزيد قليلا عن المتوسط الذى تم حسابه وفقا لقاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا، وإن كان أفضل من متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة الواردة أولا يخدم أولا، ويظهر ذلك من المقارنة التالية :

متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة الوارد أولا يخدم أولا ١٢٩,٦ دقيقة  
متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة لأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا ٧٨ دقيقة .

متوسط زمن التشغيل وفقا لقاعدة الوارد أخيرا يخرج أولا ٨٦,٤ دقيقة  
تلك النتيجة توضح أن فى هذه الحالة بالذات (حالة معمل التحاليل الطبية) نجد أن قاعدة الأوامر التى يلزمها وقت قصير أولا هى الأفضل من حيث متوسط زمن التشغيل ومرة أخرى نؤكد أن ذلك ليس صحيحا فى كل الأحوال .

وخرائطه جانت التالية تمثل التتابع فى الحالة الأخيرة .



وفى بعض الأحيان وعند إعداد وتشغيل الأوامر المختلفة، نجد أن لها أولويات معينة فى التشغيل، وليست كلها متساوية فى تلك الأولوية، الأمر الذى يجعلنا لا يمكن تجاهل تلك الأولوية، ولكن هل نستجيب فى عملية التتابع لهذه الأولوية فقط؟ بمعنى هل سيكون المعيار هنا هو تحقيق تلك الأولويات بصرف النظر عن أى معيار آخر وليكن تخفيض متوسط زمن التشغيل، الحقيقة أنه يتعين عدم التغاضى عن أى منها فلا يجب إهمال درجة الأولوية، ولا يجب قصر اهتماما عليها متناسين هدف تخفيض متوسط زمن التشغيل، ولكن كيف يمكن تحقيق ذلك؟ يمكن ببساطة اللجوء إلى فكرة الترجيح، أى ترجيح أزمته العمليات بأوزان نسبية تمثل درجة الأولوية، فإذا رمزنا للأولويات بأرقام من ١-١٠، فإنه يتم تخصيص تلك الأرقام على الأوامر

بحيث يكون الرقم الأكبر للأمر الذي يمثل أكثر أهمية، وعمليا يمكن الوصول إلى أزمنة العمليات المرجحة عن طريق قسمة زمن العملية للأمر المعين على وزنه النسبي، ومن ثم نصل إلى أزمنة معدل يمكن عن طريقها تحديد تتابع الأوامر .  
فبفرض أنه في مثالنا السابق كانت أوزان عينات التحليل هي :  $A=4$ ،  
ب = ٢، ج = ١٠، د = ٥، هـ = ١

ويمكن إعداد جدول تتابع العينات الأوامر وفقا لمعيار تخفيض متوسط زمن العمليات المرجح كالآتي :

تحديد التتابع أخذاً في الاعتبار أولويات الأوامر

الأمر العينة	زمن العملية	الوزن	الزمن المعدل زمن العملية الوزن	تتابع الأوامر
أ	٧٢	٤	١٨	٥
ب	١٨	٢	٩	٣
ج	٤٨	١٠	٤,٨	١
د	٣٠	٥	٦	٢
هـ	١٢	١	١٢	٤

من هذا الجدول يتضح أنه بفرض تخفيض متوسط زمن العمليات المرجح، فإن التتابع المناسب هو : ج ← د ← ب ← أ  
وذلك طبقا للمعدلات : ٠,٠٨ ، ٠,١٠ ، ٠,١٥ ، ٠,٢٠ ، ٠,٣٠

الحالية الثانية : حالة عدة أوامر إنتاجية وعدد ٢ آلة مع وصول الأوامر في إطار نظام تدفق ثابت ومجمعه قبل بداية التشغيل :

في الحالة الأولى كنا نتعامل مع حالة عدة أوامر إنتاجية للتشغيل على آلة واحدة، ولكن قد تكون طبيعة تلك الأوامر أو الطلبات تحتاج لإتمام إنتاجها لتشغيل على عدد ٢ آلة أو محطة عمل work centers ويكون المطلوب في تلك الحالة هو تحديد تتابع تشغيل تلك الأوامر على الآتين أو مركزى العمل المستاحين مع الأخذ في الاعتبار عند التعامل مع تلك الحالة

أيضا أن نمط التدفق ثابت وأن جميع الأوامر تصل جميعها إلى التشغيل قبل بداية وريدية التشغيل، وأن أى منها لن يصل بعد بداية هذا التشغيل كذلك يفترض أن الوقت اللازم لكل أمر فى كل عملية لا يتوقف على ترتيبه فى التتابع المختار .

وإذا لم يكن هناك قاعدة أولوية معينة لإتمام الأمر المعين، فإن التتابع الأمثل لعدد معين من الأوامر خلال ٢ آلة أو مركزين من مراكز العمل يمكن أن يتم عن طريق استخدام قاعدة جونسون Johnson rule كالآتي :

١- يتم إعداد جدول يسجل به أزمان العمليات الخاصة بكل أمر إنتاجى على كل من الآلتين وهذا البيان تكون معلوماته وارده أصلا، المثال المعطى من واقع البيانات الحقيقية لمشكلة التتابع المطلوب إيجاد حل أمثل لها، ولهذا الغرض سنفترض المثال المبسط التالى :

تتطلب بعض الأوامر الإنتاجية عمليات تجميع وعملية طلاء ولذلك فإنها تمر على محطتين من محطات العمل المحطة الأولى محطة التجميع، والمحطة الثانية للطلاء والتشطيب، وقد تم تحديد الاحتياجات الزمنية لكل أمر من الأوامر الإنتاجية الستة التى تجمعت للتنفيذ والجدول التالى يوضح أزمان عمليات الأمر بالدقيقة بكل من محطتى العمل :

محطة العمل	أزمنة عمليات الأمر الإنتاجى (بالدقيقة)					
	أ	ب	ج	د	هـ	و
التجميع	٥٠	٥٠	٧٠	٣٠	٥٥	٦٥
الطلاء	٦٥	٢٥	٥٥	٤٥	٥٠	٩٠

والمطلوب تحديد التتابع المناسب لتلك الأوامر على محطتى العمل والذى يعمل على تقليل متوسط الوقت الذى يقضيه الأمر فى الوحدة الإنتاجية تضم محطتى العمل .

٢- بعد إعداد جدول الأزمنة السابق، يتم اختيار اقل أزمان العمليات فى ذلك الجدول، وتحديد الأمر الإنتاجى المقابل لهذا الزمن الأقل، ومن الجدول

السابق يتضح أن أقل الأزمنة يخص الأمر الإنتاجى (ب) وعند محطة العمل الثانية (٢٥ دقيقة لطلاء محتوى الأمر الإنتاجى (ب))

٣- إذا كان أقل زمن والناتج من الخطوة السابقة عند الآلة الأولى (أو المحطة الأولى) يتم تخصيص تتابع الأمر أولا بقدر الإمكان أى أن يكون ترتيبه فى التتابع الأول، أما إذا كان الزمن الأقل يقع عند الآلة الثانية (المحطة الثانية)، فيخصص تتابع الأمر الإنتاجى فى نهاية التتابع بقدر الإمكان، وبتطبيق تلك الخطوة عمليا على بيانات الجدول السابق نجد أن أقل زمن يخص الأمر الإنتاجى (ب) وعند محطة العمل الثانية، لذا يتم تخصيص تتابعه فى نهاية التتابع بقدر الإمكان ويتم ذلك كما هو موضح بالشكل التالي :



واضح أنه قد تم تقسيم هذا الشكل إلى ستة مربعات بعدد الأوامر الإنتاجية المتاحة، ووفقا للخطوة الثانية فقد تم تحديد تتابع الأمر الإنتاجى (ب) فى نهاية التتابع لأن أقل زمن فى العملية الثانية .

٤- طالما أنه قد تم تعيين تتابع الأمر الإنتاجى (ب) فإنه يتم إلغاء أزمته ذلك الأمر من جدول الأزمنة، لتبقى بعد ذلك تلك الأوامر التى لم يتم تحديد تتابعها بعد .

٥- نقوم بعد ذلك بتكرار الخطوة الثانية والثالثة، أى يتم تحديد أقل أزمته العمليات فى جدول الأزمنة، وتحديد لأى أمر وفى أى محطة عمل (أو على أى آلة) مع مراعاة أننا استبعدنا الأمر (ب) وكافة أزمته .. وبإجراء هذه الخطوة على البيانات الواردة بالجدول سنجد أن أقل الأزمنة فى هذا الجدول هو (٣٠ دقيقة) وهذا الزمن يخص الأمر الإنتاجى (د) عند محطة العمل الأولى (التجميع)، إذا وفقا لقاعدة سيتم تحديد تتابع هذا الأمر فى البداية أولا على قدر الإمكان، أى سيتم وضعه فى المربع الأول فى أقصى اليمين كالآتى :

د					ب
---	--	--	--	--	---

٦- يتم تكرار العمل الوارد بالخطوة السابقة، وسنجد أن أقصر زمن بعد (ب)،  
 (د) هو الزمن (٥٠ دقيقة) وهو يخص كلا من الأمر (أ) والأمر (هـ)،  
 ولكن بالنسبة للأمر الإنتاجي (أ) فهذا الزمن عند محطة العمل الأولى،  
 في حين أن أقل زمن للأمر (هـ) عند محطة العمل الثانية، وهذه هي  
 حالة التعادل، لذلك يخصص الأمر (أ) من اليمين لأول فرصة متاحة،  
 ويخصص الأمر (هـ) من اليسار لأول فرصة متاحة، وسيظهر التتابع حتى  
 إعداد هذه الخطوة كالآتي :

د	أ			هـ	ب
---	---	--	--	----	---

٧- يتبقى بعد الخطوة السابقة كل من الأمر الإنتاجي (ج)، والأمر الإنتاجي  
 (و)، وسنجد أن أقصر زمن لهما هو ٥٥ دقيقة وهو الخاص بالأمر (ج)  
 على محطة العمل الثانية ومن ثم يتم تسكينه في التتابع في أول فرصة  
 على اليسار، ومن ثم يكون الموقع الوحيد الشاغر في التتابع يخص الأمر  
 الإنتاجي (و) الذي يتم وضعه في مكانه كالآتي :

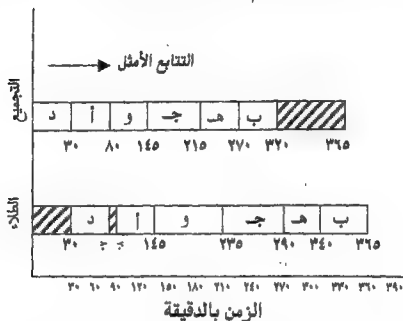
د	أ	ج		هـ	ب
---	---	---	--	----	---

د	أ	و	ج	هـ	ب
---	---	---	---	----	---

ويصبح الشكل الأخير هو التتابع والصحيح والنهائي والذي يحقق  
 الموضوع وهو الوصول بالزمن المفقود الإجمالي إلى أدنى حد له، وعلى ذلك يتم  
 تتابع الأوامر كالآتي :

د ← أ ← و ← ج ← هـ ← ب .

وحتى يمكن الوقوف على تقدير متوسط الزمن الذى يقضيه كل أمر إنتاجى فى محطتى العمل معا يتم الاستعانة بالخريطة التالية :



أما كيفية إعداد هذه الخريطة وما يمكن استخلاصه منها من معلومات فيمكن توضيحه كما يلى :

- ١- يتم رسم المحورين الأفقى والرأسى، ويخصص الأفقى للزمن بالدقيقة والرأسى لتوضيح الآلتين أو مركزى العمل وهما التجميع والطلاء .
- ٢- يتم أولا تسجيل تتابع الأوامر على الآلة الأولى أو المركز الأول والخاص بالتجميع، من خلال مستطيل يتجه من اليسار إلى اليمين موضحا التتابع الأمثل الذى وصلنا إليه من الحل بطريقة جونسون، وحيث أن الأمر الإنتاجى الأول فى التتابع هو ( د ) ويستغرق من التجميع ٣٠ دقيقة، إذن بمقياس المحور الأفقى يتم تحديد رقم ٣٠ وعمل مستطيل ونكتب داخل (د)، وهذا يعنى أنه أول أمر فى التتابع ويبدأ فى الوقت صفر وينتهى فى الوقت ٣٠ دقيقة، يليه فى التتابع الأمر الإنتاجى ( أ ) والذى يستغرق تشغيله بالمركز الأول ٥٠ دقيقة، أى أنه سيبدأ التشغيل عليه فى القسم الإنتاجى الأول (التجميع) فى الدقيقة ٣٠ (بعد انتهاء

الأمر {د}، وننتهى منه فى الدقيقة ٨٠، وهكذا أزمنة متراكمة فوق بعضها حتى نهاية التتابع للأمر الإنتاجى (ب) والذى ستنتهى منه مرحلة التجميع فى الدقيقة ٣٢٠ أما المربعات المظلة فى نهاية مرحلة التجميع فسيرد تفصيلها بعد الانتهاء من تسجيل التتابع على مركز الطلاء .

٣- بعد تسجيل الأزمنة للمركز الإنتاجى الأول (التجميع) يتم الانتقال بعد ذلك لتسجيل الأزمنة على مركز الطلاء، وحيث أن مرحلة التجميع تسبق مرحلة الطلاء، إذن سيستمر مركز الطلاء بدون عمل فى بداية الوردية حتى ينتهى مركز التجميع من أول أمر والذى يستغرق ٣٠ دقيقة كما هو موضح بالشكل ولهذا بدأنا مرحلة الطلاء بوقت عاطل (وهو الجزء المظلل) مقداره ٣٠ دقيقة وهو زمن الانتظار لحين انتهاء قسم التجميع من تشغيل الأمر الإنتاجى ( د )، وفور انتهاء مركز التجميع من الأمر الإنتاجى ( د ) يذهب تفورا إلى مركز الطلاء لتشغيله ويستمر فى ذلك أربعون دقيقة وينتهى منه فى الدقيقة ٧٠ (٣٠ دقيقة انتظار + ٤٠ دقيقة تشغيل) ويكون مركز الطلاء جاهزا لاستقبال الأمر الثانى ( أ ) للتشغيل عليه ولكن هذا الأمر الانتاجى وحتى الدقيقة ٧٠ لم ينته التشغيل عليه بعد فى مركز التجميع، إذ انه لن ينتهى منه سوى فى الدقيق ٨٠ أى أنه مركز الطلاء سيكون فى حالة تعطل لمدة عشر دقائق حتى يصل إليه الأمر الإنتاجى ( أ ) وهكذا حتى ينتهى مركز الطلاء من التشغيل لكل الأوامر الإنتاجية وينتهى منها جميعا فى الدقيقة ٣٦٥، فى حين أن مركز التجميع انتهى فى الدقيقة ٣٢٠، أى أن هناك تعطل مقداره ٤٥ دقيقة فى نهاية زمن مركز التجميع ولذلك سنجد أن هناك جزءا مظللا فى نهاية مركز التجميع مقداره ٤٥ دقيقة .

٤- يتضح من هذه الخريطة أن هاك أوقات غير مستغلة فى كل من مركزى الإنتاج والتجميع والطلاء فى المركز الأول وقت غير مستغل مقداره ٤٥



دقيقة (٣٦٥ - ٣٢٠) وفي مركز الطلاء وقت غير مستغل أيضا مقداره ٥٥ دقيقة (٣٠ + ١ - ١٥) .

٥- بناء على ما تقدم يمكن قياس الكفاءة في استخدام الطاقة في كل من المركزين استخدم مؤشر نسبة استغلال الطاقة من خلال المعادلة التالية :

$$\text{الكفاءة في استخدام الطاقة} = \frac{\text{الوقت المستغل خلال دورة واحدة}}{\text{زمن الدورة}} \times 100$$

$$\text{أو} = \frac{\text{زمن الدورة} - \text{الوقت العاطل}}{\text{زمن الدورة}} \times 100$$

وباستخدام تلك المعادلة تكون الكفاءة في استغلال الطاقة في كل من القسمين كالآتي :

$$\text{نسبة استغلال الطاقة مركز التجميع} = \frac{320}{365} \times 100 = 87,7\%$$

$$\text{نسبة استغلال الطاقة مركز الطلاء} = \frac{325}{365} \times 100 = 89\%$$

هذا ويمكن حساب وقياس الكفاءة في استغلال الطاقة للمركزين معا

كالآتي :

$$\text{كالآتي} = \frac{320 + 325}{2 \times 365} \times 100 = 88,4\%$$

الحالة الثالثة : حالة عدة أوامر إنتاجية وعدد ٣ آلات مع وصول

الأوامر في إطار نظام تدفق ثابت ومجمعه قبل بداية التشغيل :

وهذه الحالة معقدة إلى حد ما قورنت بالحالتين السابقتين، فهي تتضمن عدة أوامر إنتاجية تجرى عليها ٣ عمليات (من خلال ثلاث آلات أو مراكز عمل) وفق تدفق محدد أي من العملية الأولى (الآلة الأولى) إلى الثانية فالثالثة، كذلك فإن الأوامر كلها قد تم استلامها وتجميعها قبل بداية التشغيل ويمكن التعامل مع هذه الحالة باستخدام طريقة جونسون التي استخدمناها في

الحالة السابق، إلا ان تطبيقها على تلك النوعية من الحالات (عدة أوامر و ٣ آلات) تتطلب توافر شرطا واحدا على الأقل من الشرطين الآتيين بحيث إذا توافر أحدهما فى المشكلة يمكن القول بإمكانية تطبيق طريقة جونسون عليها وهان الشرطان هما :

« أن يكون أقل زمن من أزمدة تشغيل الأوامر على الآلة الأولى (أو مركز التشغيل الأول) مساويا وأكبر من أكبر أزمدة تشغيل الأوامر على الآلة الثانية .

« أن يكون أقل زمن من أزمدة تشغيل الأوامر على الآلة الثالثة (أو مركز التشغيل الثالث) مساويا أو أكبر من أكبر أزمدة تشغيل الأوامر على الآلة الثانية .

فإذا توافر أحد الشرطين فى مشكلة التتابع يمكن بسهولة تطبيق طريقة جونسون عليها بعد إجراء التحويل فيها لتتلاءم مع الخطوات المعتادة لهذه الطريقة .

أما العلة وراء هذين الشرطين فإنها تكمن وراء هذا التحويل الذى يتعين إجراؤه قبل الحل بطريقة جونسون، إذ المطلوب أن تجب إحدى الآلات آلة أخرى، ومن ثم يمكن دمجها معا لتصبح عدد الآلات اثنين بدلا من ثلاث وهذا سيتضح أثناء خطوات الحل للمثال التالى :

مثال :

فى إحدى الورش الصناعية تم الاتفاق على تنفيذ ٥ أوامر إنتاجية، وكل منها تحتاج عمليات تقطيع وتجميع وطلاء تقوم لكل منها آلة خاصة، وفيما يلى الأزمنة التقديرية لكل أمر فى كل عملية بالدقيقة.

الأوامر الإنتاجية	زمن الآلة الأولى	زمن الآلة الثانية	زمن الآلة الثالثة
أ	١١٥	٨٥	١٥٠
ب	٦٠	١٢٠	٢٠٠
ج	٤٠	٦٠	١٥٠
د	١٥٠	١٠٠	٢٥٠
هـ	٧٠	٨٠	١٢٠

والمطلوب إيجاد التتابع الأمثل لتلك الأوامر والذي يعمل على الوصول إلى تقليل متوسط الوقت الذى يقضيه الأمر الإنتاجى فى الوحدة الإنتاجية التى تضم الآلات الثلاث :

الحل : يسير الحل فى الخطوات التالية :

الخطوة الأولى : التأكد أولا من أن المشكلة المطروحة يتوافر فيها على الأقل شرط واحد من الشرطين المحددين لتطبيق طريقة جونسون .

١- أقل زمن تشغيل للأوامر الإنتاجية على الآلة الأولى يبلغ ٤٠ دقيقة وهى تخصص الأمر الإنتاجى (ج) لا يساوى. وليس أكبر من أكبر زمن على الآلة الثانية والذي يبلغ ١٢٠ دقيقة وهو الخاص الإنتاجى (ب)، لذلك يمكن القول بعدم توافر الشرط الأول .

٢- ننتقل إلى الشرط الثانى وستجد أن أقل زمن من أزمنة تشغيل الأوامر على الآلة الثالثة (١٢٠ دقيقة) والمقابل للأمر الإنتاجى (هـ) مساويا لأكبر أزمنة تشغيل الأوامر على الآلة الثانية، أى أن الشرط الثانى متوافر .

وطالما تأكدنا أن أحد الشرطين متوافر يتم تطبيق خطوات طريقة جونسون، ولكن يسبقها خطوة يقصد عمل تحويل معين على المشكلة وهذا هو محتوى الخطوة الثانية .

الخطوة الثانية : يتم تحويل تلك الحالة من ثلاث آلات إلى حالة آلتين فقط ويتم ذلك الآتى :

- ١- يتم دمج أزمنة التشغيل للآلة الأولى والثانية معها ووضعها فى عمود جديد يمثل الزمن الإجمالى للآلتين الأولى والثانية معا .
- ٢- يتم أيضا دمج أزمنة التشغيل للآلتين الثانية والثالثة معها ووضعها أيضا فى عمود جديد يمثل الزمن الإجمالى للآلتين والثالثة معا .
- ٣- يمكن اعتبار العمودين الجديدين بمثابة آلتين فقط ومن ثم يمكن اتباع الخطوات المعتادة لطريقة جونسون للحل .

وبتطبيق محتوى الخطوة الثانية على بيانات المثال ينتج الآتى :

الأوامر الإنتاجية	زمن الآلة الأولى والثانية	زمن الآلة الثانية و الثالثة
أ	٢٠٠	٢٣٥
ب	١٨٠	٣٢٠
ج	١٠٠	٢١٠
د	٢٥٠	٣٥٠
هـ	١٥٠	٢٠٠

الخطوة الثالثة يتم تطبيق خطوات طريقة جونسون على البيانات السابقة كالآتى :

- ١- يتم اختيار أقل أزمنة العمليات فى الجدول السابق وسنجد أنه (١٠٠) مقابل الأمر الإنتاجى (ج) وعند الآلة (الأولى والثانية) ، وحيث أنه فى أول عملية لذلك يتم تخصيص أولا بقدر الإمكان وعلى اليمين أى أن يكون ترتيبه فى التتابع الأول . كما هو موضح بالشكل التالى

--	--	--	--	--	--

- ٢- يتم تكرار نفس الخطوة أى تحديد اقل أزمنة العمليات بعد استبعاد الأمر (ج) حيث قد تم تحديد ترتيبه فى التتابع ، وسنجد أن أقل زمن بعد ذلك هو ١٥٠ دقيقة والمقابل للأمر (هـ) عند العملية الأولى لذلك يتم تكسيئها فى التابع من على اليمين بعد (ج) مباشرة .

٣- سنجدد أو أزمدة التشغيل على العملية الأولى (الآلة الأولى والثانية) كل منها أصغر من الأزمنة فى العملية الثانية لذلك لا داعى للتكرار السابق ويتم تحديد التتابع من اليمين بالترتيب وفقا للزمن الأقل للأوامر وتكون النتيجة النهائية كالآتى :

ج	هـ	ب	أ	د
---	----	---	---	---

أى أن أنسب تتابع هو ج ← هـ ← ب ← أ ← د

وحتى يمكن الوقوف على تقدير متوسط الزمن الذى يقضيه كل أمر أنتاجى فى محطات العمل الثلاث معا يمكن الاستعانة بالخريطة التالية :

$$\text{كفاءة استغلال الآلة الأولى} = 100 \times \frac{130}{290} = 44,9\%$$

$$\text{كفاءة استغلال الآلة الأولى} = 100 \times \frac{110}{240} = 45,9\%$$

$$\text{كفاءة استغلال الآلة الأولى} = 100 \times \frac{80}{240} = 89,7\%$$

كفاءة استخدام الآلات الثلاث معا خلال الدورة الواحدة =

$$\text{كفاءة استخدام الآلات الثلاث معا خلال الدورة الواحدة} = 100 \times \frac{130 + 110 + 80}{3 \times 240} = 60,1\%$$



## الفصل التاسع

### إدارة الجودة

---

- ◀ مقدمة .
- ◀ مفهوم الجودة .
- ◀ التطوير التاريخي لإدارة الجودة .
- ◀ المدخل التقليدي لإدارة الجودة .
- ( الفحص - مراقبة الجودة - تأكيد الجودة )
- ◀ مدخل إدارة الجودة الشاملة .





## الفصل التاسع

### إدارة الجودة

#### مقدمة :

تواجه المنظمات فى العصر الحديث، أو فى الأوقات الحالية بضغط وتحديات تتمثل فى الزيادة المستمرة للقوى الداخلية والخارجية المؤثرة على استقرارها وربحياتها، فالحاجة إلى تحسين الربحية، والإنتاجية والجودة أمور كلها تتطلب تغييرات ديناميكية فى جميع نواحي المنظمة لضمان البقاء الاقتصادى لها، والتغيرات التى نعيشها لا نقصد بها فقط إحداث تعديلات وإدخال تحسينات على مختلف البرامج والعمليات ولكن أهم من ذلك كله تعديل ثقافة العاملين بل وثقافة المنظمة بكاملها .

لقد أصبح ينظر إلى الجودة اليوم على أنها تعنى الأرباح العالية، والعيوب الصفرية Zero Defects، وأصبحت بهذا المعنى وفى هذا الإطار على وظيفة وعمل ومسئولية كل فرد فى المنظمة بصرف النظر عن موقعة وطبيعة عمله، ولم يعد ينظر إلى الجودة من تلك الزاوية الضيقة، على أنها أسلوب اختبار وفحص نهائى، بل أصبح ينظر إليها كجزء ملتحم ومرتبطة بكامل الأنشطة الإنتاجية.

أننا نعيش الآن فترة التحديات فى تاريخنا، وتلك التحديات التى تواجهنا هى اختبار حقيقى لأمننا ولنظماتها ولكل فرد منا كمدير أو قائد، هذه التحديات ظهرت من ثورة المعلومات التكنولوجية، والتى تغيير جوهرى للكيفية التى يودى بها العمل، إن هؤلاء الذين يدركون أهمية هذه المتغيرات ويكيفون أنفسهم لمقابلتها سيصبحون هم القادة فى هذه المرحلة من التاريخ، ومن ثم فإن هؤلاء الذين يتحركون ببطء للتعلم من هذه التحولات، والبطء فى التكيف لمواجهتها سيواجهون صعوبات بالغة .

لقد أصبحت مشكلة تطوير وتحسين جودة الإنتاج تلقى اهتماما ملحوظا ومكثفا منذ بداية هذا العقد فى غالبية دول العالم، استنادا إلى أن تطوير وتحسين جودة المنتج يمثل أهم عنصر من عناصر الاستثمار، ولهذا نجد تطورا مستمرا فى المداخل الإدارية التى تستهدف إلى الأساليب الإدارية التى تسهم فى تحقيق هذا الهدف واستمرار تدعيمه.

وعلى الرغم من اقتناع معظم دول العالم - النامى منه والمتقدم على السواء - بهذه القضية والانتباه إليها، وتطبيقها على قطاعات الإنتاج والخدمات المختلفة بها، برغم ذلك كله، إلا أننا مازلنا فى مصر نقرب ببطء نحو المفاهيم الحديثة لتطوير وتحسين الجودة - وبصفة خاصة فى قطاع الأعمال العام ووحدات أجهزة القطاع الحكومى، علما بأن ذلك يمثل أهمية خاصة وحيوية بالنسبة لمصر فى المرحلة الحالية والتى ننسج فيها محاولا الانطلاقة الإنتاجية بعد نجاحنا الإصلاح المالى والنقدى ومن ثم فإننا الآن أحوج مانكون إلى الاتجاه نحو الأخذ بالمفاهيم الإدارية الحديثة التى تمكننا من تدعيم مرحلة الإصلاح الاقتصادى والانطلاق نحو العالمية فى جودة منتجاتها السلعية والخدمية .

أن المتتبع لحال المؤسسات المصرية عامة - سواء فى القطاع الصناعى أو الخدمى أو وحدات الجهاز الحكومى - يلحظ ويوضح أنها توجه العديد من المشاكل المعقدة والتى أصبحت تمثل عائقا نحو تقدمها ونموها، وتجعل منتجاتها وخدماتها بالتالى غير قادة على مواجهة منافسة المنتجات والخدمات الأجنبية سواء فى الأسواق المحلية أو فى الأسواق العالمية .

ولقد كانت النتيجة الطبيعية لتدهور الإنتاجية، وانخفاض جودة منتجات الصناعية المصرية - وبصفة خاصة إنتاجية خاصة قطاع الأعمال العام - تواضع حجم الصادرات المصرية من مختلف نوعيات المنتجات، حتى تلك التى تتميز فيها مصر بميزة نسبية بالمقارنة بالدول الأخرى، وأصبحت الشركات المصرية تسعى إلى حث الحكومة على حمايتها جمركيا أو منع

استيراد المنتجات المماثلة لمنتجاتها، حيث أدركت أنه لا قبل لها بمنافسة تلك المنتجات لتمييزها جودة وسعرا عنها، حيث عاشت تلك الصناعات فترة طويلة فى حماية الحكومة فنعمت بانفرادها بالسوق المحلى، وفرضت على المستهلك ما تدفع بها مصانعها، غير عابئة بمدى ملائمة الجودة والسعى لحاجات ورغبات المستهلكين ففى تلك الفترة لم يكن أمام المستهلك إلا تلك المنتجات، وبذلك النوعية من الجودة .

غير أن الحال لم يدم طويلا، إذ اتجهت دول المنطقة العربية وفى مقدمتها مصر نحو التخصصية، ودخلت تلك الدول فى مجال الصناعات التنافسية ووجدت نفسها فى مواجهة التحديات الدولية التى أوجدتها التكتلات الاقتصادية، واتفاقية التجارة الدولية المعروفة باسم "اتفاقية الجات" والانطلاق نحو العالمية والالتزام بحرية التجارة، والتشديد على مطابقة المنتجات للمواصفات القياسية الدولية لأسواق أوروبا الموحدة، ولأسواق الولايات المتحدة الأمريكية، والتكتلات الاقتصادية العالمية الأخرى، بالإضافة إلى الاتجاه القوى فى دول المنطقة العربية نحو رفيع قمود الاستيراد لتحرير التجارة الخارجية، وتفعيل آليات السوق، وما ينعكس أثره على حتمية مواجهة المنتجات والخدمات العربية لمنافسة قوية حتى داخل أسواقها المحلية والأقليمية إضافة إلى ما تقدم، ظهور الاتجاه العالمى نحو التطوير المستمر لجودة الإنتاج وفقا لأسس اقتصادية وعلمية متطورة بهدف تقليل العيوب وتحسين السعر التنافسى، بل أن هذا الاتجاه قد تجسد عمليا وواقعا فى إطار أساليب إدارية تتعلق بتطوير وتحسين جودة المنتجات .

أن المؤسسات العربية على اختلاف أنشطتها أصبحت الآن أحوج ما تكون إلى الارتقاء بالإنتاجية وتحسين الجودة، لمواجهة مختلف صور التحديات التى أفرزها التطوير المحلى والعالمى الجديد، وهذا يدعونا إلى محاولة التفكير فى تحديث الأساليب الإدارية التى تأخذ بها مؤسساتنا العربية - الإنتاجية منها والخدمات على حد سواء، لتأخذ بالمستحدث منها - والذى

ثبتت فاعليته — للارتقاء بأداء المنظمات، وانعكاسا لهذا كله فقد أصبح موضوع الجودة والرقابة عليها بمثابة القاسم المشترك في كافة الكتابات الاقتصادية والإدارية والهندسية خلال سنوات العقد الأخير من هذا القرن، وذلك في كتاباته أنحاء العالم — النامى منه والمتقدم ولم نعد نجد مرجعا علميا أو تطبيقيا في هذه المجالات لا يتناول بالتحليل قضية الجودة، إن هذا الاهتمام بموضوع جودة الإنتاج كان نتيجة منطقية بعد أن تنبهت إلى أهميته كافة المؤسسات والشركات والأجهزة الحكومية والمهتمين بتطوير الأساليب الإدارية كمدخل أساسى لمواجهة التحديات الداخلية والخارجية والتي بدأت فى مواجهة هذه المنظمات، ولذلك فليس بمستغرب أن نجد الآن الخطوات السريعة والمتلاحقة فى الدراسات والكتابات نحو تطوير مفاهيم جديدة، وفلسفات جديدة تتعرض لموضوع الجودة من أجل تطوير الأساليب التقليدية للجودة ومراقبتها للتماشى مع طبيعة التحديات الجديدة وحجمها، وتقلل وطأتها، حيث لم تعد المفاهيم التقليدية كافية لمطالبات الواقع الجديد .

ولقد أخذ مفهوم الجودة للمسلعة أو الخدمة الأولوية فى اهتمام نحو تحسين الإنتاجية بعد أن تبين العامل الرئيسى فى نجاح المنتجات اليابانية — خاصة فى أسواق الصناعات الإلكترونية وصناعة السيارات، خاصة بعد أن تيقنوا أن الجودة العالية لا تعنى سعر مرتفع، بل على العكس اتضح أن معظم التحسينات فى الجودة قد أدت إلى تخفيض التكلفة، فلقد تمكنت اليابان — وهى أول من لفت النظر إلى تطبيق مداخل جديدة فى إدارة الجودة — من أن تحقق إنجازات على المستوى العالمى ما كان من الممكن بلوغها بالأساليب التقليدية : فعلى سبيل المثال كانت اليابان تحتل الترتيب الخامس بين أكبر سبعة دول اقتصادية فى العالم — وذلك عام ١٩٦٠ — بالنسبة لعنصر الدخل القومى الإجمالى (الترتيب الأول كان للولايات المتحدة الأمريكية ١٣,٣٨ بليون دولار فى حين لم تتعد اليابان ٤,٤٧ بليون دولار) قفزت اليابان إلى الترتيب الثانى عام ١٩٩٠ (الترتيب الأول للولايات المتحدة الأمريكية ١٢٣ بليون

دولار أما اليابان فوصلت إلى ٢٩٤٢,٩٣ بليون دولار محققة بذلك أعلى معدل نمو في العالم لعنصر الدخل القومي الإجمالي حيث بلغ معدل النمو في الدخل القومي الإجمالي لليابان بين عامي ١٩٦٠ - ١٩٩٠ ما مقداره ٦٦١٧٪ في حين لم يتعد هذا المعدل في الولايات المتحدة الأمريكية عن ٩٩٩٪ عن الفترة نفسها، وأصبح متوسط نصيب الفرد من الناتج القومي الإجمالي باليابان ٢٣٣٠٥ دولار لا يسبقها في ذلك سوى سويسرا والتي بلغ ذلك المتوسط ٢٦٣٥٠ دولار .

. ونتيجة لما حققته اليابان - ودول أخرى تبتعها في هذا المجال، وما أدى إليه ذلك من وطأة المنافسة جعل المؤسسات والشركات والدول تتساءل هل نحن بعيدين كثيرا عن أن نلحق بالمنافسة؟ هل هناك حاجة لأن نبذل المزيد لمواجهة هذه التحديات؟ هل نستطيع أن نضيق الفجوة بيننا بدلا من اتساعها؟ وإذا كان ذلك ممكنا فما هي التحسينات التي يتعين أن نأخذ بها ونطبقها ليس فقط لنؤكد بقاءنا في الصناعة، ولكن لدفع النمو والتطور لنلحق بهذا الركب؟ وهذه هي نوعية التحديات التي تواجه الحكومات والإدارات العليا في منظماتها، ولقد بدأت فعلا الإمكانات من أجل البقاء، وأصبح البحث عن وسائل وأساليب أفضل لتحسين الجودة والإنتاجية، بعد أن تعرفت الكثير الشركات والمنظمات على طبيعة المشكلة.

لقد بات واضحا ضرورة تغيير نمط الإدارة style of management وتغيير ثقافة المنظمات the culture of organizations من أجل وقف أسباب التدهور وتحويله إلى عوامل تقدم ونجاح.

### **مفهوم الجودة :**

لقد تعددت وتباينت التعريفات التي أوردها الكتاب والمهتمين بموضوع الجودة، في وضع تعريف محدد لمعنى ومضمون الجودة وأبعادها المختلفة، ومن الصعب أن نجد تعريفا بسيطا يصفها ويعرفها تعريفا شاملا قاطعا بسبب تعدد

جوانبها ، وسيظهر ذلك بوضوح من خلال مجموعة التعريفات التى سنوردها فى هذا الجزء .

يرى أحد الكتاب أن تعبير الجودة يشير إلى قدرة الإدارة هى الإنتاج سلعة أو تقديم خدمة تكون قادرة على الوفاء بحاجات المستهلكين والعملاء ويتفق معه فى هذا التعريف - إلى حد كبير - ما ذكره كاتب أخرى فى تعريفه للجودة بأنها القدرة على تحقيق رغبات المستهلك بالشكل الذى يتطابق مع توقعاته ويحقق رضاه التام عن السلعة أو الخدمة التى تقدم إليه .

كذلك يرى آخرون أن الجودة هى صفة المنتج characteristic مثل حجمه ، شكله ، أو تكوينه ، وتحديدًا هى الصفة التى تحدد قيمة المنتج فى السوق ، وإلى أى مدى من الكفاءة سيؤدى ذلك المنتج الوظيفة والمهمة التى صمم من أجلها .

وفى تعريف آخر أورده جليمور ، يماثل إلى حد كبير ما ورد فى التعريف السابق ، إذ يرى أن الجودة هى درجة مطابقة منتج معين لتصميمه أو مواصفاته ، فى حين يرى كاتب آخر أن الجودة تعنى أكثر من مجرد عمل منتج جيد Quality is more than making a good product .

وفى إيجاز شديد عرف جوران الجودة بأنها الملاءمة للاستخدام quality is fitness for use وقد قامت الجمعية الأمريكية لمراقبة الجودة بوضع تعريف للجودة مؤداه أن الجودة هى السمات والخصائص الكلية للسلعة أو الخدمة التى تتطابق قدرتها الوفاء بالمطلوب أو الحاجات الضمنية .

ومن خلال استعراض التعاريف السابقة - وغيرها الكثير - نلاحظ أن هناك اختلافًا واضحًا وكبيرًا فى تعريف الجودة ، ولذلك نجد أن أحد المهتمين والمسؤولين عن جودة المنتج ، وهو ديفيد جارفين David garvin ، يرى أن تعريفات الجودة يمكن حصرها جميعًا وتقسيمها إلى عدة نوعيات ، فبعض الكتاب يعتمد فى تعريفها على أساس المستخدم user - based ، أن أنهم يرون أن الجودة ترقد فى عين المشاهد ، ويميل إلى الأخذ بهذا المدخل رجال التسويق

حيث يرون أن الجودة العالية تعنى أداء أفضل، أو رجال الإنتاج فإن الجودة من وجهة نظرهم تقوم على أساس التصنيع manicuring - based حيث يرون أن الجودة تعنى المطابقة للمعايير والمواصفات، وأن يتم إنتاج المنتج بطريقة صحيحة من أول مرة، أما وجهة النظر الثالثة والمبنية على أساس المنتج product-based فإنها تنظر إلى الجودة على أنها المتغير الخاضع للقياس الدقيق، ونظرا لهذه الاختلافات فإن أصحاب وجهة النظر هذه يرون أنه يتعين على المستوى المعين لهذه الجودة، بمعنى أنه يتعين على الشركة أن تضع تصميم الجودة بالشكل الذى يجعل الفرق الموجب بين القيمة والتكلفة عند حده الأقصى .

### مدخل إدارة الجودة الشاملة total quality management

الحاجة إلى مدخل جديد لإدارة الجودة the need for a new approach يرى أحد الكتاب أننا ندخل مرحلة التحديات فى تاريخنا، وأن التحديات التى تواجهنا ستختبر وتنظيماتنا، وكل منا بصفته مديرا أو قائدا، هذه التحديات ظهرت من ثورة تكنولوجيا المعلومات التى تتمثل بتغييرات جوهرية ودائمة لكيفية إنجاز أعمالنا، وكذلك فإن اضطراب العالم الذى نعيش فيه اليوم، والضغط للتغير الذى تواجه الصناعة، والتقدم التكنولوجى، والتغيرات السكانية، وإنشاء التكتلات الاقتصادية كلها أمور كانت سببا كافيا للمديرين فى قطاعاتنا الإنتاجية على المستوى العالمى أن يفكروا ويعمقوا فى الحاجة لمدخل جديد، وأصبح المطلوب السير بخطى سريعة وواثقة، وبذل كثير من الجهود لمواجهة هذه التحديات إلى المدخل التقليدى لإدارة الجودة بمرحلة مختلفة أصبح غير قادر بسماته وخصائصه على الوقوف أمام تلك التحديات ومن هنا ظهر فكر فلسفى جديد أطلق عليه إدارة الجودة الشاملة يقوم على الإيمان بأن الجودة العالية للمنتج أو الخدمة وما يرتبط بها من رضا المستهلك

يمثل مفتاح النجاح لأى منظمة ، حيث أن طبيعة المنافسة العالمية الواسعة والشاملة تتطلب بصفة عامة من أى منظمة أربعة خصائص هى :

﴿ فهم ماذا يريد المستهلك ، وإشباع احتياجاته وقت طلبها وبأقل تكلفة .

﴿ الإمداد بالسلع والخدمات بجودة عالية وبشكل ثابت ومستقر .

﴿ مجارة التغيير فى النواحي التكنولوجية والسياسية والاجتماعية .

﴿ توقع احتياجات المستهلك هى الفترات الزمنية للمستقبل .

وفى هذا الخصوص يذكر ديمينج Deming بأنه على الرغم من أن البقاء ليس إجباريا ، ولكنك لا يمكنك أن تفعل غير الصمود والبقاء ، فالحقيقة أن أى منظمة تتلكأ وتتخلف عن وضع أى عنصر من الخصائص السابقة نصب عينها وتحصر على تحقيقها فسوف يتعذر عليها ملاحظة المنافسين والاستمرار فى السوق .

### تعريف إدارة الجودة الشاملة Rom defined

على الرغم من وجود محاولات عديدة لتعريف إدارة الجودة الشاملة وتوصيف أساسياتها ومبادئها الرئيسية ، ومع ذلك فلا نجد هناك تعريفا عالميا موحدًا مقبولا لها حتى الآن ، ولذلك تعددت التعريفات التى وضعت لإدارة الجودة الشاملة ، كل منها يتناول إبراز سمة معينة أو خاصية معينة لها ، وبصرف النظر عن اختلافات التى أظهرتها تلك المحاولات ، إلا أن هناك بعض التعريفات قد ظهرت وبزغت وفرضت نفسها على الفكر الإدارى لما تتصف به من موضوعية وشمول نسبي فى تناولها ، وفى هذا الجزء سنستعرض أهم تلك التعريفات للوقوف منها على إدارة الجودة الشاملة كمدخل حيث فى مسيرة تطور إدارة لجودة .

يعرف أحد الكتاب إدارة الجودة الشاملة بأنها "خلق ثقافة متميزة فى الأداء ، حيث يعمل ويكافح المديرون والموظفون بشكل مستمر ودؤوب لتحقيق



توقعات المستهلك، وأداء العمل الصحيح بشكل صحيح منذ البداية مع تحقيق الجودة بشكل أفضل وبفاعلية عالية، وفي أقصر وقت .

وفي تعريف آخر فإن إدارة الجودة الشاملة هي تحول جذري في الممارسات الإدارية التقليدية لمختلف أوجه المنظمة.

ويعرفها أودجرز odgers بأنها أكثر من وجود عمليات الإدارة، أنها ثقافة، طريقة حياة، من خلالها ومن طريقها تهدف المنظمات إلى أحداث تغييرات أساسية في طريقة كل الأفراد، كل المديرين، كل الموظفين في الأداء والتصرف السليم في المنظمة.

وفي تعريف أشمل ذكره آرثر Arther يرى أن إدارة الجودة الشاملة هي ثورة ثقافية في الطريقة التي تعمل وتفكر بها الإدارة حول تحسين الجودة، مدخل يعبر عن مزيد من الإحساس المشترك في ممارسات الإدارة والتي تؤكد على الاتصالات في الاتجاهين وأهمية المقاييس الإحصائية، أنها تغيير مستمر من إدارة تنظر إلى النتائج تنفهم وتدير العمليات بشكل يحقق النتائج، أنها نتاج ممارسة الإدارة والطرق التحليلية، التي تدعو إلى عملية التحسين المستمر والتي بدورها تقود إلى تخفيض التكلفة .

ولقد عرف معهد الجودة الفيدرالي إدارة الجودة الشاملة بأنها "القيام بالعمل الصحيح بشكل صحيح ومن أول مرة، مع الاعتماد على تقييم المستهلك في معرفة تحسين الأداء .

ووضعت إدارة الدفاع للولايات المتحدة الأمريكية تعريفا لإدارة الجودة الشاملة مؤداه "إدارة الجودة الشاملة تمثل فلسفة ومجموعة مبادئ إرشادية، والتي تعتبر بمثابة دعائم التحسين المستمر للمنظمة، هي تطبيق للأساليب الكمية، وأساليب الموارد البشرية، لتحسين الخامات والخدمات الموردة للمنظمة، وكل العمليات داخل المنظمة، ودرجة الوفاء باحتياجات المستهلك حالات وفي المستقبل .

كذلك يعرفها أحد الكتاب المشهورين فى مجال الجودة بقوله "إدارة الجودة الشاملة هى شكل تعاونى لأداء الأعمال بتحريك المواهب والقدرات لكل من العاملين والإدارة لتحسين الإنتاجية والجودة بشكل مستمر مستخدمة فرق العمل، وهو يرى أن التعريف الذى ذكره يتضمن المقومات الأساسية الثلاثة لإدارة الجودة الشاملة لنجاحه فى أى منظمة وهى :

◀ إدارة تشاركية participative management

◀ لتحسين المستمر فى العمليات .

◀ استخدام فرق العمل .

ويتضح من التعريفات السابقة — على الرغم من عدم اتفاقها جميعا على منطوق واحد — أن إدارة الجودة الشاملة خطوة متقدمة على طريق تحسين الجودة والإنتاجية، وإن لها من الخصائص والسمات ما يميزها عن إدارة الجودة التقليدية، فلقد اتسع مضمونها ونطاق شمولها والفلسفة التى ترتكز عليها، مما جعلها تنفرد بسمات متميزة عما سبقها من مداخل للجودة، وأنها امتدت لتغطى كل العمليات خلال المنظمة، مستهدفة مقابلة احتياجات المستهلك فى الوقت الحاضر والمستقبل، وأنها تضم كل فرد داخل المنظمة فى منظمة طويلة الأجل تسعى لتطوير العمليات التى تعمل على التوجيه بالمستهلك، فى مرونة واستجابة سريعة، وتحسين مستقر وثابت فى الجودة .

المفاهيم الأساسية لإدارة الجودة الشاملة :

### **Core concepts of total quality management**

ترتكز فلسفة إدارة الجودة الشاملة على العديد من المفاهيم التى تشكل

إطارها ومفهومها وفلسفتها، أهم تلك المفاهيم نستعرضها بإيجاز فيما يلى :

١- الجودة من أجل الربح، فمازال هناك اهتمام كبير لتحسين موقف الربحية من خلال تحسينات الجودة للسلع والخدمات .

٢- أداء العمل بطريقة صحيحة من أول مرة، ويمثل هذا المفهوم المرتكز الرئيسى لإدارة الجودة الشاملة، وهذا يؤدي إلى تحقيق أدنى حد ممكن من

العيوب ومن ثم الوصول إلى هدف العيوب الصفرية، وفي هذا المعنى يذكر كروسبى أن هدف إدارة الجودة هو وضع نظام يمنه العيوب طمن الحدث فى دورة أداء الشركة .

٣- تكلفة الجودة cost of quality ووفقا لمنطق إدارة الجودة الشاملة فإن تكلفة الجودة هى بشكل مختصر جميع تكاليف الأعمال المتعلقة بتحقيق جودة السلع أو الخدمة، ومعنى ذلك أنها تتضمن تكاليف الوقاية، تكاليف التقييم، تكاليف الفشل الخارجى، تكلفة الزيادة عن احتياجات المستهلك، وأخيرا تكلفة الفرص الضائعة .

٤- التمييز التنافسى competitive Benchmarking ونعنى بهذا المفهوم محاولات الإدارة المستمرة التى تساعد على تقوية مركزها التنافسى، وأن تستخدم مختلف المعلومات طلى تصميم خطة عملية لتحقيق شهرة واسعة فى السوق، ولا يأنى ذلك إلا من خلال الأفكار الجديدة التى تضيف إلى منتجاتها تميزا فى مختلف الوجوه .

٥- مشاركة جميع الأفراد everyone is involved فى الحقيقة كل فرد مشترك فى توليد الأخطاء والعيوب، ولهذا فإن مدخل إدارة الجودة الشاملة يؤكد على ضرورة مشاركة الجميع بدءا من المديرين ومرورا برؤساء الأقسام ووصولاً إلى العاملين حتى الذين يعملون فى تقديم الخدمات والمأكولات canteen فكل فرد فى الشركة مسئول عن جودة المنتج .

٦- التعاون فى فريق العمل synergty nteam work اليابانيون يؤمنون إيمانا راسخا فى التعاون، فليس هناك اختلاف فى الوضع بين المهندسين ذوى المعرفة النظرية والعاملين ذوى المعرفة التطبيقية، فكلا النوعين من المعرفة أساسى للتقدم والتطوير، ولذلك يتعين أن يدرك العاملين من كل فئة معرفية أنهم يعتقدون على بعضهم لفاعلية الإدارة، فالمهندسين، والفنيين، والعمال، ينظرون إلى أنفسهم نظرة تكافؤية ومتعادلة ويعملون جنبا إلى

جنب، وهذا ما أطلق عليه الكاتب الياباني "أوكيودا" okuda المشاركة التعاونية synergetic partnership

٧- الملكية وعناصر الإدارة الذاتية ownership and elements of management ويقصد بذلك أنه إذا كان من غير الممكن لمعظم الأفراد أن تكون لها ملكية تجارية فى المنظمة التى يعملون فيها، فإنه يمكن على الأقل أن يتمتعوا بالملكية النفسية فى العمل psychological ownership وبرامج الجودة الشاملة أوجدت مبدأ أن لأفراد يريدون أن يمتلكوا المشاكل، ولذلك فإن مشاركتهم فى جميع البيانات، ومراحل حل المشكلة، واقتراح الحلول يشعروهم بالملكية وينمى مفهوم الإدارة الذاتية .

٨- عملية تسليم الجودة the quality delivery process أن إدارة الجودة الشاملة ليست مهتمه فقط بجودة السلعة أو الخدمة فى مرحلتها النهائية، بل أنها تتطلب نظم جديدة، وهو ما يطلق عليه عملية تسليم الجودة إلى التأكيد أن كل شخص يعمل فى تلك الأنشطة التى تمثل أكثر أهمية لنجاح الأعمال قام بإنهاء مهام مجموعة العمل، وتحسين جودة العمل المسلم (مخرجات) للمستهلكين - المستهلكين الداخليين - وهم الأشخاص التاليين فى خط تنفيذ الأعمال، كذلك العمل على تخفيض الفاقد العمل حيث أن الأفراد لا يؤدون العمل بطريقة صحيحة من أول مرة. الفوائد المتولدة عن التطبيق الناجح لإدارة الجودة الشاملة :

هناك العديد من الشركات العالمية قد أثبتت تميزا واضحا فى نتائجها من خلال تطبيقها لمفهوم إدارة الجودة الشاملة، وحقت نتائج مشجعة فى هذا المجال، يمكن الرجوع فى هذا الصدد إلى تجارب تلك الشركات وما حققتها على أرض الواقع، وبصفة خاصة شركة زيروكس Xerox، وشركة الخطوط الجوية البريطانية brutish airways وشركة IBM، وشركة بول ريفير للتأمين Paul Rever Insurance والبريد الملكى Royal Mail ولقد تم رصد أهم الفوائد المحققة من تجارب تلك الشركات والتى تتلخص فى :

- ١- انخفاض شكاوى المستهلكين والعملاء من جودة السلعة الخدمة المقدمة إليهم.
- ٢- تخفيض تكاليف الجودة .
- ٣- زيادة نصيب السوق وتخفيض التكاليف .
- ٤- تخفيض شكاوى العاملين وانخفاض نسب الحوادث الصناعية .
- ٥- تخفيض عيوب الإنتاج والجودة وزيادة رضا العملاء.
- ٦- زيادة الفاعلية، تخفيض المخزون، تخفيض الأخطاء، تخفيض تأخير التسليم .
- ٧- زيادة الأرباح وزيادة الإنتاجية .
- ٨- زيادة المبيعات وتخفيض التكاليف وخفض زمن دورة الإنتاج .
- ٩- تحسين الاتصال والتعاون بين وحدات المنظمة .
- ١٠- تحسين العلاقات الإنسانية ورفع الروح المعنوية .
- ١١- زيادة الابتكارات والتحسين المستمر .
- ١٢- زيادة العائد على الاستثمار .

أن هذه الفوائد وهى على سبيل المثال - وهى واقعية وليست مستهدفة - تؤكد مدى أهمية مدخل إدارة الجودة الشاملة فى تحسين الإنتاجية والجودة وتدعيم المركز التنافسى للشركة .

### **علاقة إدارة الجودة الشاملة بمعايير إدارة الجودة :**

يعتبر العامل الأساسى لتقييم أداء أى منشأة هو جودة منتجاتها، والاتجاه العالمى حالياً هو استطلاع توقع المستهلك من زاوية الجودة، وبصاحب ذلك الاتجاه التيقن من أن التحسين المستمر للجودة لأزمة أساسية للتوصل والحفاظ على الأداء الاقتصادى، ولذلك ظهرت لدينا على المستوى العالمى مقاييس الجودة والنظم الخاصة بها، وأطلق عليها سلسلة الأيزو ٩١٠٠،

وتتضمن التأكيد على العمليات الرسمية، ومتطلبات العمل لتوجيه وإرشاد العمال .

ولقد حدث خلط بين مفهوم إدارة الجودة الشاملة ومقياس إدارة الجودة الأيزو ٩٠٠٠ واعتقد البعض أنهما يعنيان نفس الشيء بل أننا نسمع في بعض الأحيان من يتحدث عن الأيزو ٩٠٠٠ كأنه يصف ويقصد به إدارة الجودة الشاملة على الرغم من تباعد المسافة بينهما، والجدول التالي يوضح سمات وخصائص كلا المفهومين :

#### سمات وخصائص إدارة الجودة الشاملة والأيزو ٩٠٠٠

الأيزو ٩٠٠٠	إدارة الجودة الشاملة
ليس من الضروري التركيز على المستهلك ..	التركيز المطلق على المستهلك .
لا ترتبط باستراتيجية موحدة.	ترتبط باستراتيجية الشركة .
تهتم بالتركيز على النظام الفنية ونظم الإجراءات .	تهتم بالتركيز على الفلسفة والمفاهيم، والأدوات، والأساليب.
مشاركة العاملين ليس ضروريا.	التأكيد على مشاركة وحماس العاملين .
لا يلزم التركيز على التحسين المستمر لأنها مجرد قرار.	تحسين مستمر، وتعميق لمفهوم الجودة الكلية، وعملية لا تنتهي..
يمكن أن يكون التركيز جزئيا .	تعنى بالمنظمة ككل بجميع إداراتها ووظائفها ومستوياتها .
قسم الجودة هو المسئول عن الجودة .	كل فرد مسئول عن الجودة.
من الأنسب كثيرا الاحتفاظ بالأوضاع على ما هي عليه .	تتضمن وتشتمل على تغيير الثقافة والعمليات .

المصدر : إعداد الكاتب من ما ورد عن المفهومين يرجع إلى :

Pike, J.& Barnes . T. TOM in action – A practical Approach to continuous performance improvement chapman & Hall , London 200, pp. 23- 28 .

ويمكن من خلال تفحص الخصائص والسمات ومواضع التركيز إلى تهم نظام إدارة الجودة الشاملة، ونظام الأيزو ٩٠٠٠، أن نقف على حقيقة أن إدارة الجودة الشاملة تضم في جوانبها نظام الأيزو ٩٠٠٠، فالشركات يمكنها أن تحضل على شهادة الأيزو دون أن تكون قد استكملت تطبيق إدارة الجودة الشاملة، فمحور اهتمام الأيزو قد لا يكون بالتركيز على تحديد وإشباع حاجات المستهلك، ولا العمل على مشاركة وحساس العاملين في إدخال تحسينات مستمرة، فى حين أن إدارة الجودة الشاملة لا بد وأن تكون تلك الأمور من أساسيات بنائها، وهذا ما يوضحه الشكل التالى وهو ما يطلق عليه نموذج الأرجل الثلاثة لإدارة الجودة الشاملة three - legged stool.



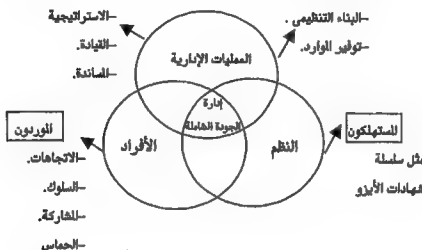
### نموذج الأرجل الثلاثة لإدارة الجودة الشاملة

المصدر :

Crosby, p.B. Le's talk quality; 96 Questions you always wanted to ask phil crock, McGrzw new your 2001 – p.79

ويتضح من الشكل السابق أن مدخل إدارة الجودة الشاملة يعتمد على القيادة الإدارية لخلق السمات والخصائص المناسبة لثقافة الجودة الشاملة، فالإدارة فى حاجة إلى ضمان أن الهياكل المناسبة قد تم إعدادها لعمل التحسينات المطلوبة، وأنهم فى حاجة إلى التزود بالموارد الضرورية لياخذ

التحسين مكانه عند التنفيذ بالإضافة إلى ذلك فإن الاهتمام مركز على العملية الإدارية بأبعادها، والأفراد العاملون وما يتعلق بهم وسلوكهم، والشكل التالي يصور التكامل بين العناصر المختلفة التي تشكل مدخل إدارة الجودة الشاملة للوقوف منها على العلاقة بين وبين الأيزو ٩٠٠٠.



### العلاقة بين إدارة الجودة الشاملة ونظام الأيزو ٩٠٠٠

المصدر :

Pike , J.& Barnes op, p.28

ويتضح من الشكل السابق أن نظام الأيزو ٩٠٠٠ يمثل جزءاً من مكونات واهتمامات إدارة الجودة الشاملة ، ولا يمكن الإدعاء أنهما نظامان مترادفان ومتطابقان ، فهناك شركات استطاعت أن تحصل على إحدى شهادات الأيزو ولكنها لم تبدأ بعد رحلتها إلى الجودة الشاملة ، وعلى ذلك يمكن القول أن سلسلة شهادات الأيزو تمثل إحدى متطلبات الجودة الشاملة ، وهي خطوة على الطريق ولكن لا يمكن الإدعاء أن إدارة الجودة الشاملة هي مجرد الحصول على سلسلة تلك الشهادات ، إذ يمكن لشركة أن يكون لديها إدارة جودة شاملة بدون أن تحصل على شهادات الأيزو ، والعكس صحيح إذ يمكن للشركة أن تحصل على شهادة الأيزو بدون استخدامها مدخل إدارة الجودة الشاملة ولذلك فإن الاختيار يكون متاحاً أمام الشركة ، إذ يمكنها أن تحصل على شهادة الأيزو



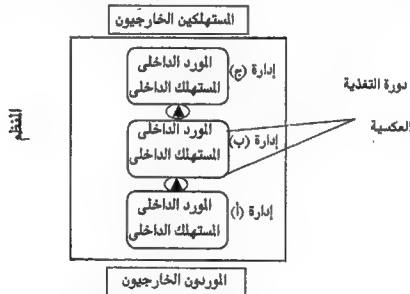
أو عندما يتبعها تطبيق مدخل إدارة الجودة الشاملة ، أو العكس وبعض الشركات تحاول أن تسعى إلى تحقيق الاثنين معا وفى نفس الوقت .

### مبادئ إدارة الجودة الشاملة TQM pf principle

فى هذا الجزء سنركز انتباهنا على السمات أو الخصائص الإيجابية التى تسمح بتطبيق إدارة الجودة الشاملة على المنظمة بنجاح وفاعلية، ويطلق على هذه السمات أو الخصائص مبادئ إدارة الجودة الشاملة، أو قد يطلق عليها المبادئ الستة لإدارة الجودة الشاملة the six principles وهى :

#### ١- التركيز على المستهلك A customer focus

والمقصود بالمستهلك هناك ليس فقط المستهلكين الخارجيين للمنظمة والذى يكرس كافة العاملين وقتهم وجهدهم من أجل تحفيزهم لشراء منتجاتها سواء كانت فى صورة سلعة أو خدمة، ولكن لفظ المستهلك هنا يمتد ليشتمل أيضا المستهلكين الداخليين وهم الوحدات التنظيمية داخل المنظمة سواء كانوا أقساما أو الإدارات أو أفراد، فالإدارات والأقسام داخل المنظمة ينظر إليها على أنها مورد ومستهلك فى نفس الوقت، فالقسم الذى يؤدي مهمة ما هو مستهلك للقسم الذى يسبقه، وهو أيضا مورد الذى يليه، ويتضح ذلك من الشكل التالى :



شبكة المستهلكين / المورد

المصدر :

Dalae B.& copper C., total quality and human resource : An Executive guide , Blackwell publishers, UK 2003 p.44

ومن الشكل السابق يتضح أن أى شخص (أو وحدة تنظيمية) تقوم بأداء مهمة له فهو مستهلك، وبالمثل أى شخص فى المنظمة يؤدى مهمة لغيرة فهو مورد وغير مستهلك، وبذلك فإن كلمة المستهلك هنا أوسع وأشمل من معناها الدارج، فالمستهلك قد يكون داخليا (داخل المنظمة) وقد يكون خارجيا (خارج المنظمة) وإدارة الجودة الشاملة تهدف إلى الأداء الصحيح الذى يخدم المستهلك بنوعية الداخلى والخارجي، وعلى ذلك فإن تحمل مسؤولية الجودة من أى فرد فى التنظيم هو من أساسيات مدخل إدارة الجودة الشاملة .

٢- التركيز على العمليات مثلما يتم التركيز على النتائج :

**A focus on the process as well as the result**

إذا اعتبرنا أنفسنا مستهلكين للسلع والخدمات سواء كنا داخل المنظمة أو خارجها (مستهلك داخلى أو خارجي) فإننا عندما نتسلم منتج لا يقابل توقعاتنا (سواء بالزيادة أو النقصان)، فعادة نذهب ونتعامل مع منافس آخر له إذا توقعنا نتائج أفضل، وفى مفهوم إدارة الجودة الشاملة نستخدم هذه النتائج المعيبة كرمز أو كمؤثر لعدم الجودة فى العمليات ذاتها، وعلى ذلك يجب إيجاد حلول مستمرة للمشاكل التى تعترض سبيل تحسين المنتجات والخدمات، وعلى ذلك فلا بد أن يكون للعمليات نصيب كبير من التركيز والاهتمام ولا يكون التركيز فقط على النتائج المحققة .

٣- الوقاية من الأخطاء قبل وقوعها prevention versus inspection

طالما طبقنا المبدأ الثانى وهو التركيز على العمليات مثلما يتم التركيز على النتائج، فإن تطبيق هذا المبدأ يكون قد تحقق فعلا، حيث أن التركيز على العمليات يمكننا من الوقاية من الأخطاء بل وقوعها والعمل بهذا المبدأ يتطلب استخدام معايير مقبولة لقياس جودة المنتجات والخدمات أثناء عملية الإنتاج، بدلا من استخدام مثل تلك المعايير بعد وقوع الأخطاء وبعد تبديد الموارد.

#### ٤- شحن وتعبئة خبرات القوى العاملة

##### **Mobilizing expertise of the workforce**

تقوم المفاهيم الإدارية التقليدية على افتراض أن الأفراد العاملين لا عقل لهم mindless ولا يهتمهم سوى الحصول على الأجر، ولكن فى ظل مفهوم إدارة الجودة الشاملة يعتبر التعويض المالى هو أحد الطرق التى يتم بها تعويض العاملين عن جهودهم، ولقد أوضحت الدراسات أن الأفراد يتم تعيينهم واستمرارهم فى المنظمة لعدة أسباب، ولا يمثل الأجر سوى سبب واحد منها، فالأفراد يحبون أن يشعروا بالثناء والامتنان مقابل جهودهم، وهذا ما يؤيده مدخل إدارة الجودة الشاملة الذى تحرص على إشعارهم به، ومن ناحية أخرى فإن العاملين لديهم معلومات هائلة وفرصا واسعة يمكن من خلالها ويحسن استخدامها تطوير العمل وزيادة الأرباح، وتخفيض التكاليف.

#### ٥- اتخاذ القرارات المرتكز على الحقائق

##### **Fact-based decision making**

تتيح إدارة الجودة الشاملة للمنظمة أن تتبنى مفهوم مؤسسى لحل المشكلات من خلال ما يطلق عليه فرص التحسين opportunities improve يشترك فى تنفيذه كافة العاملين على اختلاف مستوياتهم، بالإضافة إلى إشراك المستهلكين من خلال التفهم الكامل للعمل ومشكلاته وكافة المعلومات التى تمثل الأساسى فى اتخاذ القرارات، وهذا يتطلب الاعتماد على وجود جهاز كفا لنظم المعلومات بالمنظمة.

#### ٦- التغذية العكسية feedback

هذا المبدأ السادس والأخير من مبادئ إدارة الجودة الشاملة يسمح للمبادئ الخمسة السابقة أن تحقق النتائج المطلوبة منها، وفى هذا المجال تلعب الاتصالات الدور الرئيسى لأى منتج، ومن ثم فإن النجاح فى الحصول على التغذية العكسية والأمانة التى تحقق فى الوقت الملائم تعتبر من العوامل الأساسية التى تسهم فى تمهيد وزيادة فرص النجاح والإبداع .

## متطلبات تطبيق إدارة الجودة الشاملة :

هناك عدة متطلبات يجب توافرها لكي يمكن تطبيق إدارة الجودة الشاملة بنجاح - وهذه المتطلبات أوردتها معهد إدارة الجودة الشاملة الفيديالي federal TQM وهذه المتطلبات هي :

- ١- دعم وتأييد الإدارة العليا لبرنامج إدارة الجودة الشاملة .
  - ٢- التوجيه بالمستهلك a customer ruination
  - ٣- تسجيل أهداف الجودة والإنتاجية وخطة التحسين السنوية .
  - ٤- قياس الأداء للإنتاجية والجودة.
  - ٥- استخدام خطة التحسين ونظام القياس في محاسبة المديرين والعاملين.
  - ٦- مشاركة العاملين الجهود المبذولة لتحسين الإنتاجية والجودة.
  - ٧- مراجعة الإنتاجية والجودة المحققة.
  - ٨- التدريب على تحسين الإنتاجية.
  - ٩- إعادة تدريب العاملين وفقا لجهود التحسين.
  - ١٠ - إزالة الحواجز من أمام جهود تحسين الجودة والإنتاجية
- أما عن العناصر اللازمة لنجاح جهود عملية تحسين الجودة من خلال إدارة الجودة الشاملة فإنها تشتمل على العناصر التالية :
- ١- القيادة المفتحة.
  - ٢- بناء الوعي.
  - ٣- فتح خطوط الاتصال واستمراريتها.
  - ٤- العمل على خلق ثبات الهدف .
  - ٥- التركيز على المستهلك .
  - ٦- اختيار الجهود المبكرة في المجالات المتاحة، الحجة بغرض النجاح.
  - ٧- تكوين فرق العمل .
  - ٨- تقديم الدعم، والتعليم للقوى العاملة .
  - ٩- بناء الصديق والاحترام.
  - ١٠- خلق بيئة يكون فيها التحسين المستمر أسلوب حياة.
  - ١١- التحسين المستمر لكل العمليات.
  - ١٢- اتساع الثقافة لتشمل الموردين.

## المراجع العربية :

- ١- الحناوي، محمد، بحوث العمليات فى مجال الإدارة، الإسكندرية، مؤسسة شباب الجامعة، ١٩٧٩ .
- ٢- السلى على، الأساليب الكمية فى الإدارة، دار المعارف، القاهرة، ١٩٥٨ .
- ٣- الشرقاوى، على - إدارة النشاط الإنتاجى : مدخل التصرفات المشروطة، الإسكندرية، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٧ .
- ٤- الشرقاوى، على، إدارة النشاط الإنتاجى، الإسكندرية، دار الجامعات المصرية، ١٩٧٩ .
- ٥- الشرقاوى، على، إدارة النشاط الإنتاجى، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨٢ .
- ٦- الشرقاوى، على، إدارة النشاط الإنتاجى فى المشروعات الصناعية الإسكندرية، دار الجامعات المصرية، ١٩٨٤ .
- ٧- الشرقاوى، على، سونيا البكرى، توفيق ماضى، إدارة الإنتاج والعمليات، المكتب العربى الحديث، الإسكندرية، ١٩٨٥ .
- ٨- الشرقاوى، على، تخطيط ومراقبة الإنتاج، بيروت، الدار الجامعية للطباعة والنشر، ١٩٩٢ .
- ٩- بطرس، دلال صادق، العطار، محمد صبرى، الأصول العلمية فى بحوث العمليات، القاهرة، دار الثقافة العربية، ١٩٨٣ .
- ١٠- توفيق، جميل أحمد، الإدارة المالية، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، ١٩٨٢ .
- ١١- توفيق، جميل أحمد، الإدارة المالية الدار الجامعة للطباعة والنشر، بيروت .
- ١٢- جلال، أحمد فهمى، مقدمة فى بحوث العمليات والعلوم الإدارية، الطبعة الثانية، القاهرة، مطبعة عابدين، ١٩٧٩ .

- ١٣- حسن عادل، التنظيم الصناعى وإدارة الإنتاج، مكتبة شباب الجامعة، الإسكندرية، ١٩٧٨ .
- ١٤- راشد، أحمد فؤاد، وعبد المنعم محمد حمودة، مدخل فى اقتصاديات التنظيم ومراقبة الإنتاج فى الصناعة، الإسكندرية، دار المعارف بمصر، ١٩٧٥ .
- ١٥- سلامة، محمد عزت، تنظيم المصانع وإدارة الإنتاج، القاهرة، ١٩٦٧ .
- ١٦- سليمان، حنفى محمود، إدارة الإنتاج، الإسكندرية، دار الجامعات المصرية.
- ١٧- سرحان، أحمد عباده، مقدمه فى الطرق الإحصائية، الإسكندرية، المعارف بمصر، ١٩٦٢ .
- ١٨- سرور، محمد أحمد، إدارة الإنتاج، القاهرة، مكتبة عين شمس، ١٩٦١
- ١٩- شهيبي، محمد على، إدارة العمليات والإنتاج فى المنشآت الصناعية والخدمية، القاهرة، الطبعة الثانية، دار الفكر العربى، ١٩٨٠ .
- ٢٠- عبد الفتاح، محمد سعيد، اقتصاديات الصناعة، الطبعة الأولى، ١٩٨٢
- ٢١- عبيد، محمد عاطف، إدارة الإنتاج، القاهرة، دار النهضة العربية.
- ٢٢- عشناوى، سعد الدين، التنظيم والإدارة الصناعية، القاهرة، مكتبة عين شمس، ١٩٧٠ .
- ٢٣- عفيفى، حمدى حسين، الرقابة الإحصائية على جودة الإنتاج، المعهد التومى للإدارة العليا، إدارة النشر والتوزيع، ١٩٧١ .
- ٢٤- عوض الله، أمين أحمد - إدارة الإنتاج، الطبعة الثانية، ١٩٥٥، ١٩٥٦ .
- ٢٥- فنانيم، عمرو، وعادل راشد، على الشرقاوى، التنظيم الصناعى وإدارة الإنتاج، بيروت، دار النهضة العربية ١٩٨١ .
- ٢٦- فريد زين الدين، أمال جعفر، إدارة الإنتاج والعمليات مدخل استراتيجى، محاضرات طلبة كلية التجارة - جامعة الزقازيق (٢٠٠٣، ٢٠٠٤) .

## ثانيا : المراجع الأجنبية :

- 1- Buffa, Elwood Operations Management 3<sup>rd</sup> ed. New York : 4<sup>th</sup> john wiley & sons, 1972 .
- 2- Buffa, Elwood Spencer operation Management:the Management of productive Systems, 2<sup>ed</sup> New York: John Woley & sons 1980 .
- 3- Buffa, Elwood S., and Jeffery G. Miller, production – Inventory Systems : Plnning and control. 3<sup>rd</sup> ed Homewood, iii. : Richard d Irwin, 1974 .
- 4- Buffa, Elwood S. Modern prduction I Operations Management, 7<sup>th</sup> ed New York, John wiley & sons , 1983 .
- 5- Chase. Richard, and Nicholas Aquilane production and operations Managment. 7 th ed . Homcwood III.; Richard d. Ir – win, 1995 .
- 6- Chose and N. Aquilano production and operationsment (s<sup>rd</sup> ed) Homcwood III. RD . Inwin , 1981 .
- 7- Clark, G. "Total Quality Management. In After Sale sevice "total Quality Management .
- 8- Cooper. Robert G., New product perfemancnce and produt Imovun straigics "Rcscach Management Vol. 24, May – June, 1986 .

تم بحمد الله

مع تحيات  
دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر  
تليفاكس: ٥٢٧٤٤٣٨ - الإسكندرية











Bibliotheca Alexandrina



1212378

الناشر

دار الوطنية للنشر والطباعة والإشراف  
55 شارع محمود صدقي متفرع من القوسين بشار - الإسكندرية  
تلفاكس: ٠١٠٤٤٨٠ / ٥١٠٢٢ / ٠١٠٤٤٨٠ - الإسكندرية